

UOT: 575.3/7, 561.151, 575.17

MEYOZ PROSESİNDƏ XROMOSOMLARDA GENLƏRİ İLİŞİKLİ QALAN VƏ SƏRBƏSTLƏŞƏN BİTKİLƏRDƏN YENİ POPULYASIYALARIN, POLİMORFLARIN VƏ NÖVLƏRİN YARANMASI MƏRHƏLƏLƏRİNDƏ GEN İNFORMASIYALARININ SONRAKI NƏSİLLƏRƏ ÖTÜRÜLMƏSİ MEXANİZMİNİN TƏDQIQI

Q.M.MƏMMƏDOV
AMEA Çenetik Ehtiyatlar İnstitutu

Sitoloji, sitogenetik, genetik analiz, deskriptor metodları ilə müxtəlif növlərə aid olan yabanı bitkilərin çarpazlaşmasında Mandelin qanunlarına tabe olanlarla olmayanların gen mexanizminə müqayisəli aydınlıq gətirilir və təbii şəraitdə populyasiyaların, polimorfların və növlərin təkamülə yaranması ətraflı izah olunur.

Açar sözlər: xromosom, xromotid, xromomer, gen, allel, mitoz, meyoz profazası, ilişikli, DNT, RNT, zülal, xiazma, krossinqover.

Hüceyrələrin mitoz və meyoz ilə artım sistemlərində hər bir nüvənin bölünməsi zamanı, ananın nüvəsinin genetik materialının konstant ötürülməsi xüsusi önəm daşıyır və xromosomlardakı genlərin ilişikli düzümlü, bu mexanizmin işləməsinə asanlaşdırır. Əgər, bu belə olmasaydı hüceyrə daxilindəki genlərin müstəqil bölünməsindən bu sistemdə qarışıqlıq və nizamsız toplumlar inkişaf etmiş olardı. Bununla yanaşı xromosomlarda ilişikli və nizamlı düzümlü olan genlərin bərabər paylanması ilə eyni anda, onların sərbəst paylanmasına məhdudiyyət qoyulur. Qısası, meyoz prosesi zamanı genlər qütblərə hərəkət etdikdə ilişikli qalırlar. Müxtəlif xromosomlarda yerləşən genlər bir-biri ilə, bir xromosomdakı genlər kimi ilişikli qalmırlar. Hər bir növün özünə məxsus xromosomlarda gen sayı olur.

Qruplar arasında ilişiklikləri yaradan genlərin sayı, növün xromosomunun sayı ilə üst-üstə düşür. Qrupların genlərə əsasən ilişiklikdə sayı nə qədər az olarsa o qədər də çox onlar xromosomda ilişikli qalırlar və bu nəticəyə onlar 1906-cı ildə (U.Betson və P.K.Pinnet) gəlmişlər.

Onlar purpur çiçəkli, tozcuqları uzunvari olan noxud bitkisi ilə, qırmızı çiçəkli sferik tozcuqlu bitkilər arasında çarpazlaşmadan F_1 -də purpur çiçəyi və uzunvari tozcuqları olan dominant formalar almışlar. F_2 -də isə dihibrid çarpazlaşmadan (iki əlamətə görə) 9:3:3:1 nisbəti alınmalı idi. Lakin F_2 -də onlar 11:1:1:3 nisbətində bitkilər əldə etmişlər. Sonralar F_2 -də mündərilən kənar 11:1:1:3 nisbətlərinin əmələ gəlməsi mexanizmi İ.Morqan tərəfindən açılmışdır. Betsona görə bu bitkilərin çiçəyinin rənginin, tozcuqların formasının əmələ gəlməsi zamanı genlərin sərbəst paylanması mexanizmi ilə işləmir. Əgər, bu əlamətlərə nəzarət edən genlərin bir xromosomda xətti düzümlü olsaydı, onda noxudun sonrakı nəslinin bitkilərinin əlamətləri valideyinin əlamətlərinə uyğun gəlmiş olardı. Məhz buna görə də xromosomlararası mübadilədən, genlərin sərbəstləşərək yeni kombinasiyada fəaliyyətindən 11:1:1:3 nisbəti yaranır. Bu mexanizm orqanizmlərdə krossinqover, sitoloji tədqiqatlarda isə xiazma adlandırılır. Aydın məsələdir ki xiazma meyozun profazasında DNT spiralının açılmasından və dörd zəncirli ipin iki daxili ipi arasında mübadiləsindən yaranır. O da, məlumdur ki, meyozun telofaza mərhələsində valideyin bitkinin hər birindən bir genetik kombinasiyalı xromosomu olur (A_1B_1 və A_2B_2) və iki rekombinasiyalı olanlara da (A_1B_2 və A_2B_1) təsadüf edilir. Məhz buna görə də iki müxtəlif tərəfdə olan genlər sərbəst paylanırlar. Qısası, xiazmanın son genetik nəticəsi, ilişikli

genlərin proada rekombinasiya olunmasıdır. Bu mexanizmin sitoloji təsviri Rükert (1892) tərəfindən verilmişdir.

Sonralar, Janssensin (1909) apardığı sitoloji müşahidələr əsasında təsdiq olundu ki, homoloji xromosomlar arasında lokal cəmlənmə zamanı genlərin rekombinasiya olunmuş sistemi yaranır. Xiazmanın əmələ gəlməsinə klassik nöqteyi nəzərdən baxsaq, homoloji xromotidlər arasındakı cəmlənmə nəticəsində onlar "tərəf müqabilələri" dəyişirlər (homo-hetrotip nəzəriyyəsi). Lakin sonralar Janssens xiazma tip nəzəriyyəsini irəli sürür. Müəllifə görə, konyuqasiya prosesində homoloji xromosomların dolaqları açılır, sonra isə onlar qəfildən qısalararaq bir-birinə yapışırlar. Diplotena mərhələsində xromosomlar ikiləşərək ekvazion dəlik əmələ gətirir. Yarıq, xromosomla eyni müstəvidə yerləşdiyi üçün onların arasındakı toxunmadan ələ bil ki, bir-birini kəsirlər. Bunun nəticəsində xromosomun dörd xromotid ipindən iki daxili xromatid ipi arasında mübadilə baş verir. Mübadilədə iştirak edən hər bir xromosomun xromotid ipi onların hər ikisinə aid edilir. Homoloqların toqquşmasını, kəsişmə zonasından ayrılmasını və yenidən birləşərək əvvəlki vəziyyətinə gəlməsini asanlıqla müşahidə etmək olur. Bizim subyektiv fikrimizə görə, Janssensin mikroskopda müşahidə etdiyi faktlar nəzəri interpretasiya ilə üst-üstə düşür. Dörd hametin iki meyoz bölünmədən, xromosomların konyuqasiyası birinci bölünmədən yaranmış olsaydı, onda bu mexanizm öz əhəmiyyətini itirmiş olardı və heterogen hametlərin əmələ gəlməsində sədd yaranardı. Məhz meyoz o mexanizmdir ki, ilişikli genlərin xromosomlararası mübadiləsi zamanı, onların bəzilərinin sərbəstləşməsinə imkan yaranır.

Janssensə görə xiazma xromosomun dörd xromotid ipindən ikisi arasında kəsişmədən yaranır (xiazmotip). Lakin, sonralar müəyyən edildi ki, xromosomlar yalnız diplotena fazasında ikiləşirlər və bu fazada onlar qalınlaşmış spiral vəziyyətində olurlar. Bu cür spiral halını saxlayan xromosomların ikiləşməsi və mübadilədə iştirakı təəccüb doğurur. Məhz buna görə, Mellar bu nəticəyə gəlir ki, krossinqover profazanın başlanğıc mərhələsində, yəni ziqotena fazasında baş verir. Buradan da belə nəticəyə gəlmək olar ki, krossinqover, həm xromosom, həm də xromotid səviyyəsində yaranı bilər. Sonralar, Bridges və Andreson yekun olaraq sübut etdilər ki, xiazma xromotid səviyyəsində də yaranı bilər. Lakin bu nəticələrə etiraz edənlər də olmuşdur (trisomiklərə əsasən qarğıdalıda). Lakin, Linderqrenin sonrakı tədqiqatlarından alınan faktlar bu etirazların yaranmasına son qoydu. Darlington xiazmotipi tədqiq edərkən, onun əmələ

gəlməsini mexaniki, yaxud fiziki proseslərdən yarandığını sübut etməyə çalışırdı. O, belə düşünürdü ki, iki xromotidi mitozda yan-yanə saxlayan qüvvə, ziqotena mərhələsində xromosom homoloqlarının konyuqasiyasına cavabdehirlər və bu mərhələdə xromosomlar hələ ikiləşməmiş olurlar və konyuqasiya hər ikisinin cütlükdə qalmasını təmin edir (tezlaşan meyoza).

Xromosom iplərinin replikasiyası prosesində (diploten) iki cütlük arasında cazibə qüvvəsi zəifləyir, bu prosesdə onların bir yerdə qalmasını replikasiyadan sonrakı yeni iki xromotid ipini təmin edir və hər cütlük bir-birindən aralanmağa başlayır. Meyozun bu mərhələsində bir-birinə dolanmış iplərə xromosomlararası qüvvənin təsirindən onlarda yaranan gərginlikdən xromotidlərdən birinin qırılması və dolaqları yaradan xromosomlar arasında tarazlığın pozulması ilə nəticələnir. Tarazlığın bərpası zamanı homoloji xromosomların daxili spirallaşma dərəcəsi maksimal iki nöqtədən yüksəlir. Qırılmış iki hissənin qurtaracaqlarının bir müstəvidəki dolaqlarının sıxılmasından yaranan kontakt nəticəsində onlar birləşirlər. Bellingq görə, xromotidlər arasında mübadilə paxitena mərhələsində, yəni xromosomların sinapsisi zamanı baş verir. Lakin paxitenada bu proses müşahidə edilmədiyi üçün xiazim sonrakı mərhələdə müşahidə olunur. Sonralar Bellingq, Darlingtonun dolaq nəzəriyyəsinin əksinə getdilər. Bunun əsas səbəbi onun qırılma yaranan zonada gərginliyin yüksəlməsi ilə əlaqələndirilməsidir (homoloqun qırılma nöqtəsində). Məhz buna görə, Bellingq əks nəzəriyyə irəli sürür.

Onun verdiyi təzisi görə, xromosomların ikiləşməsindən öncə zəncirdəki xromomerlərin ikiləşməsi baş verir və uzununa xromonemlər ilə rabitə yaradaraq yan-yanə dururlar və onların replikasiyası müəyyən müddətə gecikir. Uzununa rabitəyə qədər onlar bir müddət sərbəst qalırlar. Xətt sırasında matrkx xromatidlərinin düzümü homoloji xromomerlər tərəfindən onların birliyi qorunub saxlanılır. Məhz buna görə də xromosom dolaqlarının açılması, onların arasında mübadilənin qısa yol ilə yaranmasına səbəb olur. Lakin nə Janssensin, nə Darlingtonun, nə də Bellingqin krossinqoverin yaranması mexanizminə verdikləri nəzəriyyələr və hipotezələr onun tam açılmasına nəinki imkan yaratmış, əksinə krossinqoverin yaranması mexanizminin açılmasının izahını daha da mürəkkəbləşdirmişdir. Lakin, Bellingqi verilən nəzəriyyələri təkmilləşdirərək yeni ideya irəli sürür. Bu nəzəriyyədə o, rekombinasiyanın yalnız iki xromotid ipi arasında yaranması ilə əlaqələndirir. Bellingq xromotidlər (dörd ipin ikisi) arasında da mübadilənin olması ideyasını irəli sürür. Müəllifə görə, xromomerlərin replikasiyası zamanı, onlar sintezdən öncəki mərhələdə xromonemlərdə fiksə olunmamış qalırlar. Bunun nəticəsində müxtəlif dolaqların yaranmasına sərf olunan vaxtın qısılması 3 və 4 xromatiddə ikiqat mübadilənin baş verməsini sürətləndirir.

Bu ideya tədqiqatçıları arasında "Böyük rezonans yaradan seçimlə kopyalanma nəzəriyyəsi" kimi elm tarixinə düşür. Yuxarıda qeyd edilən hipotezalardan heç olmasa birini ön plana gətirmək üçün, sual meydana çıxır: krossinqover zamanı gen informasiyalarının ötürülməsi baş verir, yoxsa bu proses maddələrin bir sahədən digərinə yerdəyişməsidir? Üç yuxarıda qeyd olunan hipotezalardan birinin (Darlington) həqiqət olduğunun isbatı üçün, ilk növbədə xromosomun nə vaxt replikasiya olunduğunu, ikincisi meyozun hansı mərhələsində krossinqoverin (profazada) yarandığını, üçüncüsü isə krossinqover bizə məlum olmayan hansı qüvvədən yaranan gərginlikdən xromatid ipləri qırılır? Q.Şternin sitoloji

tədqiqatlardan sonra bu nəticəyə gəlir ki, DNT-nin "S" mərhələsində əsas sintezi meyozun interfaza öncəsi iki diskret sintez dövrü reallaşmamış ehtiyat mexanizmi kimi qalır. Onlardan biri ziqotenedə, digəri isə paxitenanın sonunda xromosomlarda reparativ mexanizm ilə baş verir. Yuxarıda qeyd edilən tədqiqatçıların hamısı krossinqoverin yaranmasını fiziki faktorla əlaqələndirərək sitoloji analizini verməyə çalışmışlar və krossinqoverin yaranmasının səbəblərinə və təkamülə bu prosesin tələbatından əmələ gəlməsi mexanizminə aydınlıq gətirməmişlər. Qarşınızda duran əsas problem orqanizmlərdə krossinqoverin təkamülə yaranmasının səbəblərinə aydınlıq gətirməkdir.

Material və metodikalar

Tədqiqat materialı olaraq, Ağdaş rayonunun Kür çayı ətrafında yabani halda bitən nar və digər bitkilər (yemişan, alça, əzgil və sair) götürülmüşdür. Onların arasından morfoloji əlamətlərinə görə xüsusi seçilən bitkilərin meyozunun profaza mərhələsinin sitogenetik tədqiqatları aparılmışdır. Seçilmiş formaların müxtəlif ölçülü qönçələri Karnua (6:3:1) məhlulunda 24 saat müddətində fiksə edilmiş və bu materiallar bir sıra enən faizli spirtlərdən keçirildikdən sonra tədqiqat üçün 70% spirtə saxlanılmışdır. Materiallardan preparatların hazırlanması zamanı dəmir zərdabından istifadə edilmiş və Karmin boyası ilə rənglənmişdir. Qönçədəki bəzi yumurtalıq dənəcikləri bərk olduğu üçün sitazadan istifadə edilmişdir. Profazanın öyrənilməsi zamanı başqa qrupa daxil olan və qapalı sistemdə inkişaf edən bitkilərin (noxud, paxla, Lənkaran akasiyası) meyozu epizodik tədqiq edilmişdir. Sitogenetik tədqiqatlara paralel olaraq deskriptorla seçilmiş yabani nar formalarının hetroziqolluğunun öyrənilməsinə geniş yer ayrılmışdır.

Bu məqsədlə onların çiçəkləməyə başlaması fazasında kənar tozcuqların tədqiq edilən materialın çiçəklərinə təsadüfi düşməməsi üçün qönçələr, meyvələr tam yetişənə qədər izolyasiyada saxlanılmışdır.

Yetişmiş meyvələrin daxilindəki cücərmə qabiliyyətli toxumlar seçilmiş və onlar yeşiklərdə təbii bitdiyi sahənin torpağında əkilmişdir. Yeşiklərdəki toxumların sulanması epizodik aparılmışdır. Alınmış cücərtilər istixanada aralarında 20 sm məsafə qoymaqla əkilmiş və onların üzərində meyvə verən çiçəklər əmələ gələnə qədər morfoloji əlamətləri öyrənilmişdir. Alınan morfoloji əlamətlərinə görə müxtəlif formaların üzərindəki meyvələrin əlamətlərinin öyrənilməsinə geniş yer ayrılmışdır. Qarşınızda duran əsas məqsəd meyozun profaza mərhələlərini öyrənməklə və valideyin bitkinin üzərində əmələ gələn meyvənin toxumlarından inkişaf edən cücərtilərin əlamətlərinə görə müxtəlif hetroziqot formaların əmələ gəlməsi mexanizminə aydınlıq gətirməkdir. Yeşiklərdən torpağa köçürülmüş bitkilərin üzərində müşahidələr M_1V_1 və M_1V_5 müddətində aparılmışdır. Əgər, biz onların dəyişən əlamətlərini digərləri ilə müqayisəli öyrənmiş olsaydıq, onda müəyyən qarışıqlıq yaranmış olardı. Məhz, buna görə tədqiqata seçilən fərdlərin hər birinin ayrılıqda valideyindən, əlamətlərinə görə fərqlənənlər arasında müqayisəli tədqiqat işləri aparılmışdır. Bu zaman valideyin bitkinin il boyu yarpağının, gövdəsinin, budağının əlamətləri qeyd olunmuş və onun toxumlarından inkişaf edən bitkilərin dəyişən morfoloji əlamətləri ilə tutuşdurulmuşdur. Valideyinin əlamətlərindən fərqli nəslə yeni əlamətlərin üzə çıxma ədədi və yeni bitkilərin valideyinin əlamətlərindən fərqli ədəd sabit ölçü vahidi götürülmüşdür.

Hər il bu proses təkrarlananların fərq dərəcəsinin nisbət vahidi birdən yuxarı olmur. Mutasiya zamanı isə bu nisbət

fərq vahidi, onlarla dəfə yüksək olur. Məhz buna görə də valideyinin yarpaqlarının, gövdəsinin, budaqlarının hər il dəyişmə variyasiyaları, onun toxumlarından inkişaf edən polimorfların əlamətləri ilə tutuşdurulmuşdur. Məsələn, bir polimorfun üzərindəki yarpaqların əlamətlərinə görə (rəngi, forması, tipi) dəyişən variyasiyalarının miqdarı, valideyinin əlamətləri ilə müqayisəli öyrənilmişdir. Valideyinin qapalı şəraitdə kənar tozcuğunun qönçəyə düşməsinin qeyri-mümkünlüyü meyvədə inkişaf edən toxumların cücərməsindən alınan polimorf formaların demək olar ki, hamısı bu və digər əlamətlərinə görə bir – birindən fərqlənilirlər və bu fərq hər ilin yeni təcrübələrində (vegitasiya müddətində) yeniləşir. Valideyin bitkinin bir meyvəsinin toxumlarından inkişaf edən polimorfların əlamətlərinin dəyişmə miqdarına görə variyasiyaları bir- birindən təkrarlanmır.

Hetroziqot bitkilərin çiçəklərində meyoz prosesində təbii mexanizmlə yaranan hetrogen cinsi hüceyrələrin birləşməsindən alınan fərdlərin əlamətlərinin dəyişmə miqdarına görə variyasiyaları təkrarlanmır. Valideyin bitkinin üzərindəki meyvələrin hər il toxumlarının yerə düşüb təbii inkişafından əvvəlki ildəkindən fərqli əlamətlərinə görə təkrar olunmayan variyasiyaları üzə çıxır. Buradan sual meydana çıxır: nə üçün hetroziqot bitkilərin toxumlarının təbii artımından hər il əlamətlərinin dəyişmə miqdarına görə müxtəlif variyasiyaları yaranır, digər qrupa daxil olan bitkilərin qapalı sistemdə toxumların inkişafı zamanı valideyinin bütün əlamətləri sonrakı nəsllə konstant ötürülür və təkrarlanır? Məhz bu mexanizmin açılması üçün, meyozun bölünmə sistemi daxilində cinsi hüceyrələrin yaranması mexanizminə diqqət yetirək.

Tədqiqat işlərinin müzakirəsi və nəticələri

Çox da böyük olmayan Yer kürəsinin quru və hidrosferasında müxtəlif bitkilər məskunlaşmışdır. Yerin hər bir qurşağına Günəş şüasının düşmə bucağından asılı olaraq, onların özünə məxsus landsaftları inkişaf edir. Bu cür qurşaqlarda inkişaf edən bitkilər mənşələrinin gen xəritəsini formalaşdırmaqla, təkamüldə və seçmədə mənşənin xəritəsini davam etdirən bitkilər vasitəsi ilə areallarını genişləndirirlər. Hal-hazırda Günəşin, Yer kürəsinə (düşmə bucağından yaranan canlılar aləmi) düşmə bucağının ümumi qurşaqlarında təqribən 500 min bitki bitir və bir milyona qədər də heyvanlar yaşayır, nəsllər verir, təbii seçmə və təkamül yolu ilə onlar nəsllərini davam etdirirlər. Aydın məsələdir ki, bitkilər aləminin çoxu autotrof orqanizmlərdir (fototroflar). Günəş şüasının, Yer qurşaqlarına düşmə bucağına uyğun enerjisini udaraq onu sərf edən bitkilərin gen xəritəsi və hüceyrələrin stoplazmasındakı orqonoidlərdə informasiyaların reallaşması prinsipi təkamüldə yaranmışdır. Mənşəyi məlum olan və bir qurşaqlarda təkamül prosesində inkişaf edən bitkilərin, digər qurşaqlarda inkişaf etməsi istisna halları cıxmaq şərti ilə qeyri-mümkün edir.

Bu cür enerji müxtəlifliyi olan qurşaqlardakı bitkilər yayıldığı areallarda növdaxili polimorf və populyasiya qruplarının miqdarı çox olanlar arasında ehtəşaf edilir ki, onların hüceyrələrindəki genlərin rekombinasiyasına, elastikliyinə görə (informasiyalarını) fərqli enerji mühitində inkişaf edən bitkilər arasında nəsillərini azda olsa inkişaf etdirə bilirlər.

Genetik nöqtəyi nəzərdən təkamül, populyasiyalarda növlərdə gen tezliyinin dəyişməsidir.

Hər hansı genin tezliyinin yaranmasında bir neçə əsas təsir faktorları iştirak edir. Buraya mutasiya prosesi, gen axını, rekombinasiya, təbii seçmə və genlərin dreyfi daxildir. Göstərilən təsirlər Günəşdən müxtəlif enerji qəbul edən və

Yer qurşaqlarında inkişaf edən bitkilərin mutasiya, gen axını, rekombinasiya, təbii seçmə, genlərin dreyfi ilə onu, hüceyrə-daxili bioloji enerjiyə çevirmək effektindən asılı olaraq, açıq sistemdə müxtəlif yollar keçirlər və hər bir qurşaqlarda inkişaf edən bitkilərin özünə məxsus gen tezliyinin dəyişməsi baş verir. Ona görə də göstərilən amillərdən hər qurşaqlarda bitən bitkilərdə müxtəlif təsir effekti yaradır. Lakin müxtəlif qurşaqlarda bitən bitkilərin açıq sistemdə təbii artımında onları (gen tezliyini dəyişdirən) birləşdirən ümumi bir faktor vardır ki, onların çoxu müxtəlif gen tərkibli olub toxumalarla təbii inkişaf edərək nəsllər verirlər. Əgər, Yer kürəsinin müxtəlif qurşaqlarında təbii toxumla artan bitkilərin vahid inkişaf sistemi olsaydı, onda nəsllin yaranma mənşəyindən əsər-əlamət belə qalmazdı. İkinci tərəfdən xromosomlarda dəyişməz xətti gen düzümü olan orqanizmlər mənşəyinin gen xəritəsini sona qədər dəyişmədən sonrakı nəsillərə ötürmüş olsaydılar, onda onların hamısı mühit tədricən dəyişdikcə Yerin qurşaqlarında hamısının məhv olmasına gətirib çıxardı. Məhz orqanizmlər xəritələrində genlərin yerdəyişmə mexanizmini yaratmaqla valideyinin gen xəritəsindən fərqli yeni xəritə ilə hetrogen toxumla inkişaf edərək növdaxili polimorfları və populyasiyaları həndəsi silsilə ilə artırır. Bu sistemlə hüceyrələrin elastikliyi və genlərin yeni tərkibli rekombinasiyada fəaliyyət göstərməsi ilə, dəyişən mühitdə bəzilərinin nəsllərini davam etdirməsinə imkan yaranır. Toxumlarla artan bitkilərdə bu proses hüceyrələrin meyoz bölünmə sistemi ilə onları cinsi hüceyrələrə çevirmək qabiliyyəti təkamül prosesində yaranmasıdır. Məhz buna görə Yer kürəsinin müxtəlif qurşaqlarında bitən bitkilər iki böyük qrupa ayrılırlar. Birinci qrupa o bitkilər daxildir ki, onlarda gedən meyoz prosesinin profaza mərhələsində ilişikli genlərin sərbəst paylanması baş vermir və onlar qapalı sistemdə inkişaf edərək valideyinin bütün əlamətlərini olduğu kimi saxlayan genetik cəhətcə homogen hamilər vasitəsi ilə mənşənin xəritəsini toxumların inkişafı prosesində davam etdirirlər.

Qapalı sistemdə toxumla təbii artan bitkilərin bu günə qədər təkamül prosesində gəlib çatmasının əsas səbəbi onların xarici mühitin təsirinə həssaslığı xüsusiyyətinin təbii olması nəticəsində məhdud sayda növdaxili polimorf qrupları (təbii və süni somatik mutasiya) yaratmaq xassəsinin olmasıdır. Bu qrupa daxil olan bitkilər meyoz prosesinin bütün mərhələlərini keçirlər, lakin onların xromosomlarının profazanın şaxələnməsi mərhələlərində genlərarası mübadilə ilə baş vermədiyi üçün qapalı sistemdə özü-özünü tozlayan bu bitkilər valideyinin bütün əlamətlərini (gövdə, budaq, meyvə) sonrakı nəsillərdə davam etdirə bilirlər. Bu qrupa daxil olan bitkilər Mendelin korpuskulyar genlərin işləmə mexanizminə malik olub, əlamətlərə görə çarpazlaşmada onun kəşf etdiyi qanunlarla fəaliyyət göstərirlər. İkinci ən böyük qrupa daxil olan bitkilərin meyoz prosesinin profaza mərhələlərinin birində şaxələnməmiş xromosomların bir-birinə toxunmasından sonra xiazm-krossinqover baş verir və sərbəstləşən genlərin rekombinasiyasından hetrogen hamiləri yarada bilmək xassəsinin bu bitkilərdə (təkamül prosesində) olmasıdır. Məhz heç bir xarici təsirlərdən asılı olmayaraq təkamül prosesində təbii yaranan xiazm-krossinqover mexanizmi ilə genetik cəhətcə hetrogen hamilərin birləşməsindən yaranan toxumlar cücərərək təbii artımından polimorf və populyasiya qruplarını həndəsi silsilə ilə artıraraq dəyişən mühitdə gen xəritəsini qoruyub saxlaya bilirlər. Bu mexanizm ilə orqanizmlər bir tərəfdən meyoz prosesi ilə genləri təbii rekombinasiya olunmuş bitkiləri yaradırlar, digər tərəfdən mənşənin gen xəritəsinin informasiyalarını sonrakı nəsillərə ötürürlər.

Hər iki qrupun fərqli mexanizmləri olan bitkilərin hüceyrələrində gen xəritəsi sonrakı nəslə necə ötürülür? Biz bu məsələyə keçməmişdən öncə hər iki qrupa daxil olan hüceyrələrin bölünmələrinə diqqət yetirək. Ümumiyyətlə hüceyrələrin mitoz və meyoza bölünmə mərhələləri biokimyəvi reaksiyaların mikroskopda görüntülərinin nəticəsidir. Başlanğıc ilə son nəticə arasında hüceyrənin xromosomu, nüvəyi, nüvəsi bu mərhələləri keçərkən onun görüntülərinin rəngləri hər fazada müxtəlif olur. Bunun da əsas səbəbi telefazadan-interfazaya keçid zamanı sintez proseslərindən sonra sistemin tərkibinin istesal məhsulunun miqdarının dəyişməsidir. Bu proses hər bir bölünmə fazasında baş verdikdə, fazaların orqanoidlərinin rəngləri müxtəlif çalarlar alır. Hüceyrələrin çox yüksək elastikliyə malik olması onların sitoplazmasındakı orqanoidlərin, PH-ın maksimum-minimum hədd çərçivəsində fəaliyyət göstərə bilmələridir. Hüceyrələrin meyoza bölünmə keçid mərhələlərinin sonunda bir ana hüceyrədən dörd hametofit, mitoz bölünmə mərhələlərinin sonunda isə özünə bənzər bir hüceyrə yaranır. Məhz həyatın davamiyyəti, bu iki böyük mexanizm üzərində təbiət tərəfindən qurulmuşdur və hüceyrənin əsas funksiyası qeyri canlı sistemdən ona lazım olan maddələri qəbul etməklə sitoplazmasındakı fermentativ enerji strukturunu olan orqanoiddaxili biokimyəvi mexanizmləri işə salmaqla, yeni hüceyrəni yaratmaq qabiliyyətinə malik olmasıdır. Buna görə də bu iki qrupa daxil olan bitkilərin gen informasiyalarının sonrakı nəsillərə ötürülməsi mexanizminə aydınlıq gətirməmişdən öncə, toxumla artan bitkilərin meyoza bölünmə etaplarına diqqət yetirək. Bizə məlumdur ki, təbiətin ən mühüm xüsusiyyəti sonsuza qədər bioloji individlərin yaratmaq keyfiyyətinin olmasıdır. Hər bir fərd öz valideynlərindən birinə bənzərini ondan sonrakı nəsillərə ötürməsi irsiyyətini varlığını əks etdirən amillərdən biridir. Burada bir faktı da qeyd etmək lazımdır ki, sonrakı nəsillərin əlamətləri bir çox hallarda nəslin mütləq oxşarlıqları ilə üst-üstə düşür. Məhz nəsillərdə valideyin əlamətlərindən fərqli, yeni tipli əlamətlərin yaranması, irsiyyətin işləmə mexanizminin öyrənilməsində xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. İndiki müasir metodlarla tədqiqatların aparılması zamanı nəsillərdə, fərqlənən əlamətlərin əmələ gəlməsi mexanizminə aydınlıq gətirilir. Bununla yanaşı növün əmələ gəlmə mexanizminin yaranmasında onların sinifləşdirilməsi, növlərin təkamülü, göstərilən problemlərin həlliində bəlkə də birinci həll olunmayan məsələ olaraq qalır. Təkamülün çoxalma ilə sıx bağlılığının əsas səbəbi nəslin əlamətlərinin dəyişməsinə çoxalmaz qeyri-mümkün olmasıdır. Aydın məsələdir ki, nəsilən-nəsilə əlamətlərin ötürülməsində, onu idarə edən gen faktoru xüsusi önəm daşıyır. Növlərin təkamüldə dəyişkənlikləri yaratması növə xarakterik olan keyfiyyətdir. Təkamül mexanizm irsiyyətin fizilogiyasını, gen dəyişkənliyini öyrənməklə təkamülün inkişaf prosesində yerini müəyyən edir. Bizə də məlumdur ki, orqanizmlərdəki dəyişkənliklərin bir qrupu irsi, digər qrupu isə qeyri-irsi ola bilər. Təkamülün bu mərhələsində, yaranan irsi dəyişkənliklərin öyrənilməsinə daha çox diqqət ayrılır. Dəyişkənliyin əsası mutasiya olub, genin xromosom strukturlarında müxtəlif mexanizmlərlə dəyişkənliklərini əks etdirməsidir. Mitoz bölünmə zamanı xromosomların bərabər sayda paylanması daima gedir və onların sayı hüceyrələrdə dəyişməz qalır. Bunun da əsas səbəbi somatik və yumurtacıq hüceyrələrinin tozcuqlarla mayalandırmasından əmələ gələn, ziqotun yaranması prosesində ikinci hüceyrənin nüvələrinin iştirak etməsidir. Əgər, hametlərin mayalanma zamanı diploid xromosomu olarsa, onda ziqotda xromosomların sayı iki dəfə

artmış olur. Məhz, hametlər xüsusi bölünmə növü olan meyoza zamanı normal diploid sayı olan somatik hüceyrələri haploid xromosomu olan hüceyrələrə çevrilir.

Bu tipli kişi, qadın cinsli hametlərin birləşməsindən yaranan ziqotun isə diploid saylı xromosomu olur. Qısası, meyoza prosesində orqanizmin formalaşmasının tam gen xəritəsi, iki yarım gen xəritəsinə ayrılır və bu xəritələrin birləşməsindən tam gen xəritəli ziqot yaranır. Məhz, meyoza prosesinin profaza mərhələsində xromosomlardakı genlərin ilişikli qalıb-qalmaması müəyyənləşir və ziqotun mitoz bölünmələrindən formalaşan orqanizmin əlamətlərinin dəyişib dəyişməməsinə onun fenotipində və genotipində müşahidə etmək mümkün olur. Meyoz prosesinin əsas xüsusiyyəti bir-birini əvəz edən iki sürətli bölünmə zamanı xromosomların yalnız bir dəfə bölünməsidir.

Meyoz prosesi zamanı xromosomların sayının iki dəfə azalmasına baxmayaraq, konyuqasiya zamanı aralarındakı mübadilədən sonra ana və ataya aid homoloji xromosomların ayrılması ilə nəticələnir.

Telofazadan interfazaya keçid fazası da profaza mərhələsi kimi uzun müddətlidir. Telofazadan-interfazaya keçid nüvədə baş verən dəyişkənliklərin son görüntüsüdür. Bu onu göstərir ki, hüceyrə bir mərhələni keçməklə, qalan mərhələlərin keçməsinə zəmin yaradır.

Ümumiyyətlə, hüceyrələrin mikroskopda görüntülərinin (fazaların) nüvədə baş verən rənglənmə zonalarında DNT-nin müxtəlif fiziki hallara düşməsindən görünür. Lakin bu faktlar onların mikroskopda rənglərinin dəyişməsinin fiziki görüntüləridir. Hüceyrələrdə adi mikroskop səviyyəsində digər orqanoidlərdəki kimi baş verən biokimyəvi prosesləri izləmək mümkün olmur və reaksiyaların orqanoidlərdə kompleks gedişinin yalnız metafizik görüntülərini və tərkibini müəyyən edir. Məhz buna görə də hüceyrə bölünmələrinin sitoloji görüntüləri bu prosesdə ön plana çəkilir. Lakin xromosomun hər fazada öz fərdi strukturunu yaratması onu göstərir ki, hüceyrənin hər bölünmə fazası, maddələr mübadiləsinin qurtarmış mərhələsinin görüntüsüdür. Məhz çox mərhələli pillələri keçən hüceyrə son fazasında özünə bənzərini yaratmaqla funksiyasını sona çatdırır.

İlk meyoza bölünmənin profazası uzun müddətli olması ilə xarakterizə olunur və bu zaman homoloji xromosomlar bir-birinə yaxınlaşırlar və konyuqasiya olunanlar arasında irsi materialın mübadiləsi baş verir. Yaranan dörd nüvənin hər biri haploid nüvənin gen daşıyıcısı olur. Konyuqasiya nəticəsində (sinapsis) iki homoloji cütlük ikiləşir (bivalentlər). Qısası, birinci meyoza bölünmə fazası bir – birinə cillənmiş xromosomların uzununa iki hissəyə ayrılmasından sonra dörd haploid xromosomu olan cinsi hüceyrələri yaratmasıdır. Bizim üçün ziqot, aralıq və terminal bölünmə mexanizmləri arasında, terminal meyoza bölünmə xüsusi önəm daşıyır və bunun da əsas səbəbi çoxhüceyrəliyə çoxunun bu mexanizmlə kişi və qadın hametlərini əmələ gətirməsidir. Mitoz bölünmələrin mikroskopik təsvirləri ilə meyoza bölünmələrin bütün mərhələlərində xromosomların müərkəb hərəkətləri və onların hər mərhələdə formasını, rəngini dəyişməsi arasında vizual fərqlər yaranır və onları sona qədər təsvir etmək çox çətin olur. Bizi əsasən meyoza bölünmələrin ilk profazadaxili mərhələləri maraqlandırır ona görə ki, məhz bu mərhələlərdə əlamətlərin nəsilə ötürülməsi müəyyənləşir. Profazanın ilk mərhələsi proleptonemadır. Bu mərhələnin mikroskopda müşahidəsi zamanı somatik hüceyrələr mitoz bölünməsinin birinci fazasındakı xromosomlardan fərqlənirlər.

Lakin xromosomların hetropiknotik davranışı bir çox hallarda bölünmənin təsvirini verməkdə çətinliklər yaradır. Leptonemada xromosomların strukturu daha aydın müşahidə edilir. Onlar açılaraq bir-birindən ayrılmış nazik iplərə çevrilirlər. Bu fazada xromomerlər görünməyə başlayır. Nar bitkisinin xromotid iplərinin sayı, diploid xromosomların ümumi sayına bərabər olur. Narın leptonema fazasında xromosomlar adətən sitoplazmada hər tərəfə istənilən formada yayılmasına baxmayaraq, onların hamsının bir tərəfi həmişə nüvəciyin üst səthinə toxunmuş olur. Onlar çox hallarda paralel cütlik yaradırlar. Polyarlaşma nöqtəsində onlar bir-birinə sürünərək (nüvəciyin səthinə) bir müddət ona toxunmuş vəziyyətində qalırlar. Xromosomların digər tərəfi isə açılaraq gül çələnginə çevrilir. Leptonema fazası bu vəziyyətdə uzun müddət qalır. Narın meyozunun ziqonema mərhələsi homoloji xromosomların paralel cütəşməsindən başlayır. Bu bitkinin meyozunda bəzi hallarda xromosom homoloqları poliyarzasıya olunmuş qurtaracaqlarından başlayaraq, xromosom boyu əks tərəfə konyuqasiya olunurlar. Digər hallarda isə bu cür konyuqasiya xromosomların müxtəlif zonalarında baş verir (lokal konyuqasiya). Açılmış xromosom iplərinin qurtaracaqlarının polyarzasıyası və onlardan yaranan çələng konyuqasiyanın nizamlı baş verməsinə gətirib çıxarır. Konyuqasiyanın idarə olunan mexanizm olmasını onun dəqiqliklə funksiyasını yerinə yetirilməsindən və spesifikliyindən görmək olur. Konyuqasiya spesifik mexanizm kimi, xromosom lokuslarının yerdəyişməsi zamanı onların bir-birinə uyğun gəlməsini təmin edir. Narın meyozunun paxınılma mərhələsi leptotenadək xromosom iplərinin güclü sperallaşmasından uzunluğunun qısalması ilə başlayır. Biz, MBI-6 mikroskopunda müxtəlif filtrlərdən istifadə etməklə, adi bir ip kimi görünən açılmış xromosomun bir neçə ipdən ibarət olduğunu müəyyən etdik. Paxinemanın maksimal inkişaf mərhələsində, açılmış xromosom iplərinin sayının, rövün xromosomunun hiploid sayına bərabər olduğunu müəyyən etdik. Məhz bu fazadan başlayaraq nüvədə diploidin arısı qədər genetik materialın olması müəyyən edildi. Bu fazada bir-birinə dolanan iplər xüsusi (qoyma formanı) əmələ gətirir. Hər bir xromosom homoloqunun uzununa boyu bir-birindən itələnərək ayrılmasını diplonemanın başlanğıc mərhələsi hesab etmək olar. Bu mərhələdə xromosom homoloqlarının uzununa boyu tam ayrılması sona qədər baş vermir və əvvəldən mübadilədə iştirak edən zonalar bir müddət ayrılmamış vəziyyətində qalırlar (xiazm).

Xromosomların bir-birinə sarılmasını və mübadilənin baş tutmasını krossinqoverin yaranmasının zirvə nöqtəsi hesab etmək olar. Mübadilə zamanı bölünmə seqmentindəki genlər də mübadilədə iştirak edirlər. Narın hər bir bivalenti bir ilə üç arasında (nadir hallarda) xromosom mübadiləsi yarada bilər. Biz meyozun profaza mərhələlərini nar bitkisinin təsvirinin yalnız sitoloji müşahidədən izahını verdik. Təkamül prosesində bu cür metafizik izah, bu mexanizmin açılmasında azlıq təşkil edir. Bizim isə əsas məqsədimiz bu mexanizmin təkamül prosesində nə üçün yarandığına aydınlıq gətirməkdir. Mendelin apardığı təcrübələrdən kəşf etdiyi qanunların sonrakı tədqiqatları bunları deməyə əsas verir ki, bir çox hallarda xromosomlarda lokalizə olunan genlər müstəqil paylana bilmirlər və onların sərbəst paylanması (genlərin nəzarəti nəticəsində) məhdudiyyət qoyulur. Müəyyən edilmişdir ki, valideyinin formalaşmasını reallaşdıran genlər (gen xəritəsi) nəzarət nəticəsində, yeni kombinasiyaların əmələ gəlməsini məhdudlaşdırmaqla, xəritənin ümumi funksiyasının icrasını xüsusi nəzarətdə saxlayırlar. Bu zaman müxtəlif fenotiplərin

miqdarı gözlənilməyindən az olur. (genlərin müxtəlif kombinasiyalarda fəaliyyəti). Məsələn, əgər dihibridi iki qat ressesiv ilə çarpazlaşdırdıqda 1:1:1:1 dörd nisbət yaranır: AaBbxaabb=ABab:Abab:aBab:abab

Onu da xüsusi qeyd etmək lazımdır ki, yuxarıda göstərilənlərin nəsilələrinin qadın hibridlərinin yaratdığı hametlərin çarpazlaşmada əlamətinin keyfiyyətinə uyğun gəlir. Əgər, hər iki gen (A və B, yaxud a və b) bir xromosomda cəmləşirsə, onda dihibrid çarpazlaşmada fərqli nəticə alınır. Bu zaman onlardan yalnız iki kombinasiyanın 1:1 nisbəti qorunub saxlanılır və qalanlarının hər birinin bir hissəsi valideyinlərdən birinin əlamətinin keyfiyyətinə uyğun gəlir.

ABab x abab

1ABab : 1abab

Əgər, xromosomda iki gen arasında məsafə çox qıdasarsa, onda onlar sərbəstləşərək mübadilədə digər genlərlə rekombinasiyaya qoşulması minimuma enir. Bu tipli genlər adətən ilişikli qalırlar, mübadilədə iştirak etmirlər və bu zaman əmələ gələn dörd nüvədə valideyin genlərinin AB və ab birliliyinin olmasına şübhə qalmır. Əgər, iki gen arasında krossinqover baş verirsə, qalan iki nüvədə valideyinin AB və ab kombinasiyası dəyişməz qalır, digər iki nüvədə isə yeni gen kombinasiyası əmələ gəlir (Ab və ab). Bu genlər xromosomda bir-birindən nə qədər uzaq məsafədə yerləşirlərsə, onların arasında mübadilənin yaranması tez-tez mümkün olur.

Əgər, 100 meyozdən iki gen arasında krossinqover yalnız on ədədində (10) yaranırsa, nəticədə 20 rekombinasiya olunmuşdan, 20 valideyin kombinasiyasından ibarət hamet yaranır və 10 meyozda 40 nüvə əmələ gəlir. Qalan 90 meyozda 360 nüvə 20 valideyin kombinasiyası ilə yaranır. Kombinasiyaların orta ədədi $20/400 \times 100 = 5$ vahid təşkil edir. Bu sayda meyozda iki gen arası vahid beşə bərabər olur. Profazanın mikroskopda müşahidəsi zamanı xromosomların və nüvənin hər bir keçid mərhələsinin sonunda onların müxtəlif görüntüləri müşahidə edilir. Lakin (təsvirin rəngini dəyişməsi) bu görüntülər xromosomlarda, genlərdə, zülallarda xüsusi nəzarətlə idarə olunan sintez sisteminin fiziki görüntüsünün sitoloji təsviridir. Profazanın dəyişən mərhələlərinin son görüntüsünün biokimyəvi tədqiqatı isə istehsalın tərkibini əks etdirir. Lakin onun mürəkkəb kompleks işləmə mexanizminə aydınlıq gətirə bilmir. Homoloji xromosomlar arası mübadilə zamanı, onların zonalarının bir-birinə bənzəməsi səbəbindən və bir-birləri arasında hansı fermentativ relaksiyalardan və təsirlərdən mübadilənin baş verməsi anlaşılmaz qalır. Lakin xromosom cütliklərində yaranan differensiasiya zamanı bu fərq üzə çıxır və differensiasiyayı hər zaman izləmək mümkün olur.

Bir sıra mənbələrdə krossinqoverin bəzi xarici faktorların təsirindən asılı olduğunu göstərir. Bu təsir sisteminə qenotip, yaş müddət, cinsiyyət, temperatur faktora, hetroxmatinin sayı daxildir. Lakin meyoz prosesi gedirsə, profazada bu mərhələlərin keçidini yuxarıda göstərilən təsirlər onun əmələ gəlmə tezliyini yalnız azalda və yüksəldə bilər, qarşısını ala bilmir. Meyoz bölünmə elə bir sistemdir ki, göstərilən təsirlərdən ya steril strukturlar yaranır, ya da ümumiyyətlə meyozda gen nəzarət sisteminin pozulmasından bölünmələrin gedişi dayanır. Meyozun profaza mərhələsində krossinqover mexanizmi ilişikli genlərin sərbəstləşməsi onun yeni kombinasiyada işləməsini təmin edir. Məhz, ilişikli genlərin bu mexanizmi ilə sərbəstləşməsi və yeni kombinasiyalı genlərin işləməsi nəticəsində bu müxtəlifliklər daxilində polimorfların, populyasiyaların və növlərin miqdarı həndəsi silsilə ilə artır.

Təkamül və seçmədə təbii yaranan bu mexanizmin işləməsi nəticəsində dəyişən mühitdə onların inkişafını sürətləndirir və areallarını genişləndirir. Krossinqover mexanizmi olmasaydı ilişkili genlər ilə individların yeni dəyişən mühitə uyğunlaşması qeyri-mümkün olardı və nəticədə növlərin, populyasiyaların yox olmasına gətirib çıxarırdı. Hər bir tipin genetik sistemi və ona uyğun da krossinqover tezliyi təbiətdə mövcuddur.

Bizim üçün ən vacibi krossinqover prosesində yalnız iki gen - informasiyalı sistem arası mübadilədir. Bu mübadilə zamanı sadəcə fraqmentlərin kompleks tərkibləri yerdəyişmə edir. Homoloji xromosomlar arası mübadilədə xromosom iplərinin 30-40% iştirak edir. Qalan hissələrin mübadilədə iştirakını müşahidə etmək mümkün olmamışdır (resiprok mübadilə). Məsələn, narın ən böyük xromosomunun xiazm tezliyi 2.65-dirse, nəticədə hər bir xiazmda iki xromatid dörd mübadilədən onun yaranma tezliyinin yarısı qədər olmalı idi (265.2).

Məhz bu cür mübadilələr nəticəsində növün əmələ gəlməsinin əsası qoyulur. Lakin müşahidə edilən xiazm tezliyi bizim təcrübələrdə vahiddən çox aşağı idi. Bu nəticənin düzgünlüyünü yoxlamaq üçün birinci bilmək lazımdır ki, profazanın hansı mərhələsində xromosomun replikasiyası baş verir, ikinci profazanın hansı mərhələsində krossinqover (xiazm) yaranır, üçüncüsü və ən mürəkkəbi isə sitoplazmada hansı məlum olmayan qüvvə mövcuddur ki, iplərin qırılmasını sürətləndirir və mübadilə zonalarının qurtaracıqları nə üçün birləşirlər? Bəzi məlumatlara görə DNT-nin əsas sintezi interfazanın premeyotik fazasında və meyozun iki diskret anında baş verir.

Birinci sintez prosesi ziqotena da ikincisi paxtına mərhələsində, sonuncu sintez isə xromosomun tam ikiləşməsi zamanı, yəni reparativ tiplə baş verir. Bəzi mənbələrdə +30 - +32° temperaturda leptotena fazasında rekombinasiya tezliyinin yüksəlməsinə +10 - -13° temperaturda isə diplotena fazasında rekombinasiya tezliyinin yüksələrək maksimuma çatmasına səbəb olur. Lakin bu cür hipoteza sonralar premeyotik interfazada DNT-nin sintezinin kəşfindən sonra rədd edildi. Bu kəşfdən belə fikir yaranırdı ki, krossinqover nüvənin interfazasında yəni DNT-nin sintezi zamanı baş verir? Bizim üçün ən maraqlısı meyozun hansı mərhələsində genetik rekombinasiya mexanizminin yaranmasını tədqiq etmək idi. Bunun üçün müxtəlif temperaturlarda inkişaf edən qonçələrin fiksiyasından sonra, meyozun profazasının tədqiqi bu mexanizmə bəzi aydınlıqlar gətirdi. Bunun üçün 24 saat müddətində inkişaf edən müxtəlif ölçülü qonçələr dəyişən dörd hər 6 saat müddətində yaranan müxtəlif temperaturlarda fiksə edilmişdir. Birinci təcrübədə səhər saat 6-dan 12-yə inkişaf edən qonçələr, ikinci təcrübədə 12-dən 18-ə qədər inkişaf edən qonçələr, üçüncüsü 18-dən 24-ə qədər qonçələr, dördüncüdə isə gecə saat birdən səhər 6-ya qədər inkişaf edən qonçələr fiksə edilərək mikroskopda meyozun yalnız profazasının mərhələlərinin sitoloji analizi aparılmışdır. 24 saat müddətində qonçələr inkişaf etdiyi sahənin temperaturu tədricən dörd dəfə dəyişir. Temperaturun +13 - 31° dərəcə arası dəyişməsi meyoz prosesinin keçmə sürətinə təsir edir. Bu hədd arası temperatur prosesi ya ləngidir, ya da sürətləndirə bilər, lakin prosesin özünə təsir edə bilmir. Aydın məsləhətdir ki, hüceyrənin bölünmə mərhələləri çox mürəkkəb fermentativ reaksiyaların gedişi olub, ardıcıl gen - m - RNT - zülal tandemi ilə informasiyaları sitoplazmada reallaşdırma bilər. Nəzarətdə olan bu sistemin işləmə həddi olur və təkamüldə qazanılmış bu hədd çərçivəsində orqanoidlərdə gedən sintez

prosesinin sürətlənməsinə, yaxud ləngiməsinə, temperatur faktorunun təsiri olur. Lakin gen informasiyalarının sitoplazmada reallaşmasının elə hədd səviyyəsi də vardır ki, reaksiyaların sürəti maksimuma çatır. Bu həddin zirvəsində temperaturun azalması, yaxud yüksəlməsi nizamlı idarə olunan meyoz bölünmə sistemin reaksiyaları tədricən ləngiməyə başlayır. Buradan da göründüyü kimi profaza mərhələlərinin keçidi zamanı temperaturun ona təsiri olur və gen tezliyi dəyişə bilər. Lakin onun əmələ gəlməsinə təsiri olmur. Sitoloji tədqiqatlar zamanı profazanın mərhələlərinin hansı temperaturda kütləvi müşahidə edilməsi test olaraq götürülür. Sitoloji müşahidələr zamanı müəyyən edilmişdir ki, 13 - 15° dərəcə temperaturda götürülmüş materialın 95% interfaza, 3% profazanın başlanğıc mərhələsi, qalan 2% isə telofaza mərhələsindəki hüceyrələrdən ibarət olur. Temperaturun yüksəlməsi profazanın mərhələlərinin birinə müsbət, digərinə isə mənfi təsir göstərir. Bunu hər mərhələdəki hüceyrələrin (miqdar) kütləvi mikroskopda görüntülərindən müşahidə edilir. Lakin elə temperatur (nərdə 24-26°C) həddi mövcuddur ki, profazanın bütün mərhələləri kiçik xətlər nəzərə alınmaqla bərabər faiz nisbətində olurlar (25%:25%:25%:25%). Temperatur yüksəldikcə göstərilən faiz nisbəti tədricən pozulur və mərhələlərin yalnız birinə temperaturun təsiri (28-30°) müsbət olur. Əlbəttə ki, profaza mərhələlərini keçən hüceyrələrə növdaxili sintez sistemindəki reaksiyaları yaradan, dəyişən temperatur, krossinqoverin əmələ gəlmə tezliyinə də təsir edir, lakin bu mexanizmi dayandıra bilmir. Hüceyrədaxili ilişkili genlərin rekombinasiyası zamanı bir qrup fermentlər ipləri qırırlar, digərləri isə qırılmış fraqmentləri yeni zonalara birləşdirirlər. Bizim subyektiv fikirimizə görə, qırılma zonalarının əmələ gəlməsi təsadüfi proses olmayıb, genlərlə nizamlanan mürəkkəb sistemdir. Homoloji xromosomların bir-biri ilə kəsişməsinin o zonasında mübadilə yaranır ki, orada fermentlərin aktivliyi yüksək olsun, bu fermentlər mübadilə zonasında sintez olunsunlar və təsiri lokal xarakter daşısin.

Meyozun sitoloji analizinin aparılmasının ən böyük çətinliyi ilişkili genlərin mübadilə zamanı həttə malekulyar səviyyədə belə, funksiyasını yerinə yetirmək qabiliyyətində olmasıdır. Mübadilədə iştirak edən rekombinativ malekullardakı genetik material nə az, nə də çox olur, onun miqdarı valideyinin genetik materialının miqdarından fərqlənir. Rekombinasiyada iştirak edən bispiral DNT malekulları olan və dəqiqliklə homoloji nöktədən qırılmağa meyilli bitkilərin xüsusi mexanizmi, bu cür terminal iki fraqmentin kəsişməsindən fosfat rabitənin yaranmasını təmin edir. Məhz buna görə də genlər rekombinasiya prosesində valideyinin genindəki molekulaların qırılması kimi dəqiq homoloji zonadan olmayıb, bir-birindən nisbətən aralı məsafədə qırılması baş verir və burada fraqmentlərin birləşməsi mərhələsində komplementar iplərarası hidrogenin yaranmasını sürətləndirir. Lakin bu mexanizmin işləməsi üçün fraqmentdəki iplərin açılması (temperatur, dissosiasiya) lazımdır ki, assosiyadakı fraqmentlərin üç hissəsi birləşə bilsinlər. Alınan nəticələr onu göstərir ki, DNT -nin rekombinasiyası iki mərhələdə həyata keçirilir. İlk növbədə hidrogen rabitənin köməyi ilə valideyinin xromosomunun iki fraqmenti birləşmiş olur. Sonrakı mərhələdə isə yaranan kovalent rabitə, onu temperaturun təsirinə davamlı edir. Bu mexanizmin qalması əsas səbəbi, bu prosesdə iştirak edən enzimlərin rolu ilə əlaqədardır. Aydın məsləhətdir ki, rekombinasiya o zaman baş verir ki, DNT molekulunda həm qırılma, həm də birləşmə mexanizmi işləsin

və bu prosesin gedişinə uyğun enzimlərin iştirakı ilə həyata keçirilsin.

Bu prosesdə açılmış xromosom iplərinin qırılmasını və birləşməsinə təsadüflərdən yarandığını qeyd edirlər. Lakin bu cütlər interpretasiya onun həqiqi mexanizminin açılmasını məhdudlaşdırır (gen daxili rekombinasiya, gen konversiyası). Biz bu məsələlərin həlli metodologiyasından uzaq olduğumuz üçün, bu mexanizmin o hissənin izahını veririk ki, o fundamental əhəmiyyət kəsb edir. Bu prosesin meyozun gendaxili rekombinasiyasını, tetradanın analizində öyrənilməsi daha məqsədəuyğundur. Xromosomda "b", "a" markerləri müxtəlif genlərdə olmayan rekombinatların resiprok rekombinantları olur. Bunun əvəzində tetra tipin markerlərinin biri ilə (a və b) aberrant parçalanma verir. Məsələn, əgər K tipinin dörd sporu olursa ++, ++, a +ab, onda konveksiya yaranır və b-nin müsbətdəki "b" alleli yabarı tipə çevrilir. T tipli tetradada da allelərarası çarpazlaşma təqribən 8-10 dəfə aşağı tezliklə baş verir, nəinki K- tipli tetradada və "a" və "b" markerləri arasında çarpazlaşmadan yabarı rekombinantlar konversiya ilə ya "a" + ilə, ya da b + ilə yarana bilər.

Genin poliyarlaşma ilə konversiyası zamanı xromosomun rekombinanta görə diskret təşkilatlanması ideyası meydana çıxır. İndiyə qədər tədqiq olunan orqanizmlərdə ilk rekombinantın yaranmasında rolunu alan və bu prosesin sürətləndirən, struktur zülalı Albertisidir. Bu zülal yarım nukleotid ipin bir tipli kooperativ DNT-dən ayrılmasını təmin edir. Ən əsası isə bu zülalın təsirindən denaturasiya prosesi asanlaşır və bir ipdə qırılma, adenin-timin əsası olan və enerji cəhətcə zəngin sahədə baş verir. Yarım nukleotiddəki ilk qırılma endonukleazanın ipə sfesifik təsiri ilə yaranır və bu fermentin spesifik seçimlə nukleotid ardıcılığındakı lokal rayona təsiri ilə başlayır. İlk qırılma zamanı DNT- nin ayrı-ayrı iplərinin uzununa dissosiasiyası sona çatır. Bu proses zamanı uyğun zülalların ipin lokal qırılma zonasına hopması güclənir. Sonrakı mərhələdə komplementar DNT iplərinin spesifik assosiasiyası, onun müxtəlif homoloqlarının birliyindən yaranır. Onların haçavari assosiasiyasından xüsusi konfigurasiyasının əmələ gəlməsi krossinqoverin yaranmasının (yarım xromotid) pik nöqtəsi ola bilər. İkinci qırılma ya qırılmış ipdə, ya da bu ipin intakt halında yaranır və sonda yarım krossinqover tam krossinqoverə çevrilir. İkinci qırılma və birləşmə çox yüksək dəqiqliklə baş verir. Ona görə ki, birləşən zonada heç vaxt detsiyaya, duplikasiyaya təsadüf edilmir. Bütün hallarda iki tərəfdə yerləşən allel sonda rekombinasiya olunurlar. Buradan da belə nəticəyə gəlmək olar ki, krossinqoverin əsası xiazmin yaranmasıdırsa, rekombinasiyanın yaranmasının əsası gendaxili (genetik material) yarım xiazm mexanizmidir. Aydın məsələdir ki, eukariotlarda determinasiya olunma nöqtəsinin aktivləşməsi, DNT ipinin gen olan sahəsindən uzaq olan məsafədə yerləşir və bu zonanın dominant repressorlarının fəaliyyətindən gendaxili rekombinasiya baş verir. Bu repressorlar rekombinasiyaların intensiv gedişinə nəzarət edir və genomun bir neçə zonasında baş verən rekombinasiyaları nəzarətdə saxlaya bilər. Bu zonalar nə ilə bağlıdır, nə də repressor yaradan lokuslarla əlaqəli olur. Nəzarət yalnız rekombinasiyanın intensivliyi ilə qurtarmır, həm də gendaxili poliyarlaşmada ona təsir edə bilər. Analiz nəticəsində təkamüldə və seçmədə bitkilərin meyoza prosesinin profaza mərhələlərində ilişikli genlərin sərbəst paylanması xüsusi mexanizmlərinin (genlər arası, gen daxili) mövcudluğu üzə çıxır.

Məhz bu mexanizmlər vasitəsi ilə yeni populyasiyaların, polimorfların və növlərin sayı inkişaf etdiyi mühitdə həndəsi silsilə ilə artır.

Hal-hazırda biz bilirik ki, rekombinasiya idarə olunan fermentativ proses olub, DNT daxilindəki molekulların bir-birinə təsiri ilə yanaşı, yerdəyişmələr də edə bilər.

Sitogenetik analizlər bunları deməyə əsas verir ki, xromosomlarda struktur dəyişkənlikləri gözənilənlərdən daha çoxdur. Bu onu göstərir ki, təbiətdə təkamül prosesində genetik sistem dəyişərək, yeni məzmununda fəaliyyət göstərə bilər, əgər, bu fəaliyyətdən sonra onların bəzilərinin sterilliyə gətirməsinə baxmayaraq bir növ daxilindəki yabarı narin müxtəlif formalarının sitogenetik analizi onu göstərir ki, onlar həm sitoloji, həm də genetik cəhətcə bircinsli olurlar. Onların genlərinin eyni olmasına baxmayaraq, xromosom siqmentində müxtəlif düzümdə fəaliyyət göstərilir. Hətta onlar bir növ daxilindəki bitkilərin kariotipinə görə də müxtəlif olurlar. Onların çox hissəsinin müxtəlif qırıntıları birləşək rekombinativ genlərin fəaliyyəti məzmunca valideyinin gen xəritəsindən fərqli, yeni gen düzümü olan xəritənin fəaliyyətinə gətirib çıxarır. Yuxarıda qeyd edilənlərdən belə nəticə çıxarmaq olar ki, orqanizmlərin mənşəsinin gen xəritəsindəki genlər daima dəyişərək yeni düzümdə fəaliyyətdən valideyini yaradan (təkamül prosesində) formalaşmış mənşənin xəritəsindən əsər-ələmət belə qalmır. Bu yanlış tezis ədəbiyyatda geniş interpretasiya olunmasına baxmayaraq, orqanizmlərin təkamül prosesində və seçmədə formalaşmış informasiyalı gen xəritəsində göstərilən mexanizmlərlə onun kiçik bir hissəsinin ilişikli genləri sərbəstləşərək yeni məzmunlu informasiyalı rekombinativ sistem yaratmaqla, təkamüldə valideyini formalaşdıran gen xəritəsinə qoşula bilirlər, digər tərəfdən başqa mexanizmlər ilə təkamüldə formalaşan xəritənin konstant funksiyasını sonrakı nəsillərə ötürə bilirlər. Qeyri ölçülü translakasiya zamanı xromosomların sayının artıb, yaxud azalanda seqmentlərin sentromer ilə əlaqəsi zamanı aktivliyi və passivliyi, euxromatin və hetroxromatin rayonundan yarandığı müəyyənləşir. Bu yol ilə bir sıra bitkilərdəki xromosomun təkamül mexanizmində fəaliyyəti açılır.

Məsələn, ilişikli genləri sərbəstləşməyən bitkilərdə gen mutasiyası, retsiprok translakasiya, polipolidləşmə mexanizmləri populyasiyaların, polimorfların və növlərin əmələ gəlməsində təkamüldə aparıcı mexanizmlər olaraq qalır. Yuxarıda göstərilən faktorlardan da göründüyü kimi, bitkilərin sitogenetik əlamətləri ilə təkamül sistemi arasında korrelyasiya mövcuddur.

Xromosomun strukturundakı və kariotipindəki dəyişkənliklərin fərqlərdə, növlərdə, cinslərdə müxtəlifliyi bunu deməyə əsas verir ki, onlar gen strukturunda və ardıcılıqlarında yerdəyişmələr etməklə valideyindən fərqli gen düzümü ilə müxtəlifliyi areallarda artıraraq dəyişən mühitdə uzun müddətə qalmasını təmin edirlər. Apardığımız, vizual, kameral deskriptor, sitoloji, genetik analiz metodlarından alınan faktorlara əsasən belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, orqanizmlər təkamül və seçmə prosesində iki mexanizm ilə müxtəlifliyi həndəsi silsilə ilə artırır bilirlər. Birinci mexanizm ilə ilişikli genlərin valideyin biktinin formalaşmasının ümumi xəritəsinə qoşulmaqla populyasiyaları polimorfları və növləri həndəsi silsilə ilə artırmaqla dəyişən mühitdə uzun müddət çalışmasını təmin edirlər, ikincisi isə ilişikli genlərin sərbəstləşməyən qrupuna aid edilən bitkilərə müxtəlif xarici təsirlər nəticəsində məhdud mutant formaları yaratmaqla mühitdə qalmasını təmin edirlər. Lakin eyni aralda hər iki qrupun proporsional inkişafı

qeyri-mümkün olur, ona görə ki, ilişikli genləri sərbəstləşərək rekombinasiya olunan bitkilər həndəsi silsilə ilə artım verdikləri üçün ilişikli genləri sərbəstləşməyən bitkiləri asanlıqla arealdan sıxışdırıb çıxara bilirlər. Əsas tədqiqat istiqamətimiz isə hər iki qrupa daxil olan bitkilərdə gen informasiyalarının sonrakı nəsillərə ötürülməsi mexanizminə aydınlıq gətirməkdir. Ona görə də bu problemin həlli zamanı aşağıda qeyd edilən suallar meydana çıxır: a) ilişikli genlərin sərbəstləşməsi zamanı rekombinasiya olunan histon - DNT kompleksində xromosomlar arası yerdəyişmələr necə yaranır? b) krossinqover baş verdikdən sonra, valideyinin formalaşmasının gen xəritəsindən fərqli rekombinasiya olunmuş yeni gen informasiyalarının reallaşması üçün necə inkan yaranır? Əgər, hər nəsilə krossinqover mexanizmi ilə informasiyalar yeniləşirsə, bəs valideyinin formalaşmasının gen xəritəsi hansı hüceyrələr vasitəsi ilə sonrakı nəsillərə konstant ötürülür? Birinci sualdan da göründüyü kimi DNT histon zülal kompleksinin çox mürəkkəb strukturunda DNT zülalə sarılaq vahid histon - DNT sistemini nüvədə yaradır. Meyozun profaza mərhələlərinin birində açılan bu kompleksin qırılmadan yaranan fraqmentlərinin onun homoloji fraqmentləri ilə əvəz olunması mexanizm analaşılmaz qalır, çünki açılmış fraqmentlər histonlar ilə birlikdə yerdəyişmə edir. Bir qırılan seqment daxilində ölçüsündən asılı olmayaraq bir və yaxud bir neçə gen ola bilər. Ən maraqlısı isə genlərin rekombinasiyası zamanı DNT ipindən ayrılmış fraqmentin uc hissəsi ilə, histon kompleksinin uc hissəsinin dəqiqliklə yerdəyişmə zamanı uyğun gəlməsi və bir-birini tamamlamasının mümkün olmasıdır. Doğrudur, meyozun profaza mərhələlərinin birində açılmış iplərarası toxunmalar təsadüfi xarakter daşıyır? Lakin iplərin aktivləşən zonaları idarə olunan sistemdir. Aktivləşən zonalarda (qırılma və birləşmə) fermentlərin aktivliyi maksimuma çatdığı halda, açılmış xromosomların digər toxunma zonalarında bu cür fermentativ aktivliyə təsadüf edilmir. Ola bilsin ki, profazada (meyoz) iplər çox yerlərdə bir-birinə toxunsun, lakin toxunan zonalarda fermentativ aktivləşmə yoxdursa, hətta açılmış iplər bir-birinə toxunsa belə, krossinqover baş vermir. Krossinqover, iplərin o zonasında əmələ gəlir ki, lokusların toxunan rayonun sahəsində fermentativ aktivləşmə baş versin və bu mexanizm genlər tərəfindən idarə olunur. Bu zaman DNT fraqmentinin iştirak etdiyi zonanı təyin etmək olur. Ən mürəkkəbi isə fraqmentin özək rolunu oynayan histon kompleksinin onun homoloqundakı histon zülal kompleksi ilə əvəz olunması və dəyişən zonalar üst-üstə düşərək bir-birini tamamlamasıdır. Özək rolunu oynayan histon kompleksinin homoloqda bir-birini əvəz edərək üst-üstə düşməsi və bu mexanizmdə neçə genin iştirakı dərk edilməz qalır. İlişikli genlərin sərbəstləşmə mexanizmi qrupuna daxil olan bitkilərin meyoza prosesinin telefazadan interfaza mərhələsinə keçən DNT-nin ikiləşməsi zamanı, valideyin bitkinin təkamüldə formalaşmış gen xəritəsi olduğu kimi təkrarlanır, lakin krossinqover mexanizminin profaza mərhələləri çox pilləli diskret sistem kimi fəaliyyəti bu mexanizmi nizamlayan genlərin aktivləşməsi müddətində işləyir və üç pilləli mürəkkəb sistemdir. Profazanın birinci pilləsində açılmış iplərin gen zonaları olan sahədən kənarda aktivləşmiş fermentativ zonanın yaranması, ikinci pillədə fermentlərin təsirindən iplərdə qırıntıların baş verməsi, üçüncü pillədə isə yenə də fermentlərin iştirakı ilə fraqmentlərin yerdəyişməsi zamanı onların yeni sahəyə birləşməsidir. Tədqiqatçıların çoxu bu mexanizmi fizik faktor kimi qələmə verirlər. Bu prosesin sitoloji görüntülərinə əsasən yanlış nəticələrin verilməsi, səhv nəticələrə gətirib çıxarır. Meyozun

təkamüldə yaranan profaza mərhələləri mühtidə qalmanın əçarıdır. Həmçinin qoyulan suallara cavabda ətraflı izah olunur və qısaca onu demək olar ki, rüçeym kisəsini əmələ gətirən hüceyrələr sona qədər mitozla bölündükləri üçün, onlardan intiqument və qabığı yaranan hüceyrələri valideyin bitkinin formalaşmasının gen xəritəsini, sonrakı nəsillərə konstant olaraq ötürür. İnformasiyanın ötürülməsi prokariotlar səviyyəsində ətraflı tədqiq olunmuş və bu mexanizmin biokimyəvi mərhələləri real faktorlara əsasən ətraflı verilir. Lakin eukariot hüceyrələrdə bu mexanizm daha ətraflı öyrənilmişdir. Viruslar, bakteriyalar səviyyəsində alınan nəticələri, eukariotlardakı proseslərlə tam eyniləşdirilməsi düzgün olmazdı. Çünki eukariotların nüvəsinin və digər orqanoidlərinin təşkilatlanması differensiasiya olunmuş mürəkkəb işlək sistemdir və bu sistemdə hər bir orqanoidin hüceyrədə ona düşən funksiyasını asanlıqla gendən ötürülən məlumatlara əsasən icra edilir. Biz tipik bakteriyayı, eukariot hüceyrəni, bütün əlamətlərinə görə tutuşdurduqda birincinin 10^{-11} m DNT-sinin 2×10^7 nukleotidin eukariotun hüceyrəsində isə bu rəqəm 1000 dəfələrlə çox olur. Ən mühümü isə eukariotun nüvədə histon qarışığı, DNT strukturunda özək rolunu oynayır. Bakteriyaların çoxunda bu cür təşkilatlanmış histon-DNT kompleksli informasiyalı sistemi yoxdur. Bununla yanaşı eukariotların fəaliyyəti prokariotlara nisbətən minlətlə dəfə yüksəkdir. Biz qeyd etdiyimiz kimi, eukariotların xromosomlarında genlərin xüsusi xətti düzülməsi olur, nüvə histonlarının qarışığı ilə DNT-nin birliyindən yaranır.

Xromosomların iki qız hüceyrəsi arasında paylanması xüsusi mexanizm olan mitoz və meyoza bölünmə ilə reallaşır. Eukariot hüceyrələrinin sitoplazması müxtəlif canlı orqanellalardan ibarət olur. Prokariot hüceyrələrinin belə bir işlək sistemi yoxdur. Onlarda sitoplazma və nüvə arasında differensiasiya olunmuş sərhəd zonası olmur. Bundan başqa prokariotlarda mitoz və meyoza bölünmə sistemi yoxdur. Məhz buna görə də çox sadə quruluşlu prokariotlardan təkamüldə eukariotların yaranması qeyri mümkün olur. Əgər biz zülalın sintezində topoloji xəttəki mətnin reallaşmasındakı 20 amin turşusunu a əlifba hərfləri ilə yazsaq, onda bu mətn nuklein turşusundakı əlifba hərfləri ilə üst-üstə düşür. Bu turşuların çoxu özü-özünü sintez edən mürəkkəb informasiyalı canlı maddələrdir.

Bu sistemdə informasiyalar bir istiqamətlidir-yəni nuklein turşusu-zülal? Hüceyrələrin təşkilatlanmasının zülalların sintezi ilə sıx bağlılığı gələcək yeni hüceyrənin yaranmasında görülən işin bir bucaqdan görünən tərəfidir və yeni hüceyrənin yaranmasının kiçik tərkib hissəsidir. Çünki hüceyrə sintez etdiyi zülal və digər (lipid) maddələrin qarışığından xüsusi özündəkinəbənzər strukturları (orqanoidləri) yaratmalıdır ki, yeni hüceyrə valideyin hüceyrənin funksiyasını davam etdirə bilsin. Hüceyrənin yaranması və orqanizmin formalaşması genlərdən ötürülən informasiyalara əsaslanır və bu proses genlərin müxtəlif rekombinativ fəaliyyət mexanizmlərini bir neçə pilləyə bölür. Burada pillənin ən mürəkkəb və öyrənilən hissəsi hüceyrələrdə zülalların sintez mexanizmidir. Hüceyrənin sintez sistemindən başqa, digər mexanizmlər olmasaydı, onun istehsal etdiyi minlərlə zülallar adı sintez məhsulunun qarışığı olardı. Lakin, tədqiqatlardan da göründüyü kimi, hüceyrələr nəinki sintez mexanizminə malikdirlər, onlar həm də özünün üç ölçülü fəzada formasını yarada bilirlər. Bu hüceyrələr ölçülərini toxuma daxilində təkrarlayaraq, üç ölçülü fəzada yerləşməsindən orqanizmin bir orqanının formasını yarada bilirlər. Bu mexanizmlərin ardıcıl və diskret işlək hala gəlməsində genlərin inkişafının müxtəlif

pillələrində rolu böyükdür. Orqanizmin formalaşması və onun gen xəritəsindəki xətt düzümü olan genlərin müxtəlif variasiyalarda yeni məzmunlu sintez məhsulunu yaratmaq qabiliyyətinin olmasıdır.

Nukleotidlərə nuklein turşusunda və yaxud zülalların tərkibindəki amin turşularına yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi mətnə nukleotidlərə və amin turşularına əlifba hərfi kimi baxmaq olar. Bu prosesdə polimerlərin bu sıradakı komponentlərin ardıcılığı ilə üst-üstə düşməsinə əsaslanır və genetik informasiyanın hesablanması üçün üç forması olur. Birinciyə nuklein turşusunun replikasiyası daxildir. Replikasiya zamanı iki zəncirdən yeni komplementar zəncir sintez olunur. Yeni sintez olunan zəncir əvvəlki zəncirin biri ilə rabitəni saxlayır və nəticədə iki zəncir əmələ gəlir.

Bizə də məlumdur ki, DNT zülallardakı amin turşularının ardıcılığına bilavasitə nəzarət etmir. Bu ardıcılığa DNT zəncirində sintez olunan m-RNT nəzarət edir və matriks rolunu oynayır. Sintezi prosesindən sonra (DNT-m-RNT transkripsiyası) m-RNT -əsasları-DNT əsaslarının ardıcılığına uyğun gəlir və zülalda amin turşularının düzümünü nizamlayır. Əgər, bu cür RNT-lər informasiya daşıyıcısı olaraq, amin turşularının ardıcılığını nəzarətdə saxlayırlarsa, onda bu qrupa daxil olan RTN-lər arasında məlumat RNT-də olur.

Sonuncu mərhələdə m-RNT-nin ardıcılığı zülaldakı amin turşularının düzümü ilə üst-üstə düşür (transilyasiya). Bu proses replikasiya və transkripsiya mexanizmindən daha mürəkkəbdir və bu mexanizmin işləməsi üçün bir neçə komponent tələb olunur. İlk növbədə amin turşuları aktivləşərək adenilatları əmələ gətirir. Sonra isə sonuncular çox kiçik RNT (nəqliyyat) molekuluna qoşulurlar. Hər amin turşusunun bir və yaxud bir neçə növ RNT-si olur. Nəqliyyat RNT zəncirinin müəyyən hissəsində antikodonlar olur və üç hərfdən ibarət olan bu antikodonlar m-RNT zəncirindəki əsasların düzümünə uyğun gəlir, şərait yarandıqda ribosomlar, m-RNT və n-RNT ilə tandem yaradırlar. Bu zaman nəqliyyat

IT-si m-RNT-dəki məlumatlarına əsasən zülalın düzümünə ki növbəti amin turşusunun yerləşməsinə şərait yaradır və bu mexanizmdə nəqliyyat RNT-si adaptor rolunu oynayır.

Bizim bu mexanizmin bir hissəsini verməkdə əsas məqsədimiz genlərin rekombinasiyasından yaranan yeni keyfiyyətin valideyinin ümumi gen xəritəsinə qoşulmasından sonra onların yeni məzmununda fəaliyyətinə aydınlıq gətirməkdir. İlk növbədə krossinqverin meyozi prosesində yaranması mexanizminin bəzi hissələrinə diqqət yetirək. Aydın məsələdir ki, ilişkili genləri sərbəstləşən və sərbəstləşməyən bitki qrupları meyozi mərhələlərini eyni ardıcılıqla keçməklə hetrogen və homogen cinsi hüceyrələri yaradırlar. Krossinqover, ipləriarası fiziki toxumada gəndən kənar zonanın fermentativ aktivləşməsindən seqmentdəki genlərin xromosom homoloqları arasında mübadiləsidir. Burada ayrılma və birləşmə canlı molekullar arasında baş verən yənməyən biokimyəvi reaksiyalara əsaslanır. Molekullararası yənməyən reaksiyalar saniyələrin yüz mində biri ilə ölçülür və bu tip molekullararası reaksiyaların adı kimyəvi reaksiyaların əmələgəlmə müddətindən fərqlənir. Məhz buna görə də krossinqoveri bir fiziki mexanizmi kimi görünlərinin mikroskopda müşahidəsi çətinləşir. Krossinqoveri müşahidə etmək uzun müddətli bir prosesdir. Bunun da əsas səbəbi mübadilənin kimyəvi fermentativ biokimyəvi reaksiyasının sürətlə keçməsidir. Bu məqsədlə mayın başlanğıcında nar bitkisinin qönçələmə fazasında müxtəlif kiçik ölçülü qönçələr (tozuğun rəngi yaşıl olanda) hər 5 dəqiqədən bir karnua məhlulunda 24 saat müddətində fiksə edilməmişdir.

Orta hesabla hər 60 dəqiqəyə cəmi 12 fiksə edilmiş material düşür. 24 saat müddətində fiksə edilmiş materialın miqdarı 288 olmuşdur. Onların bəzilərinə profazanın bütün mərhələlərini mikroskopda müşahidə etmək olur. Uzun müddətli sitoloji analiz nəticəsində (total preparatların hazırlanması) yalnız beş preparatda profazanın leptotena və paxitenan fazalarında (buket formasını alanda) krossinqoveri 90° fırlarların köməyi ilə müşahidə etmək mümkündür və krossinqoverin öyrənilməsinə üç il sərf olunmuşdur. Bu da onu göstərir ki, krossinqover genləri ilə nizamlanan və təkamüldə formalaşan mexanizmi olub, fermentativ biokimyəvi yənməyən reaksiyalar nəticəsində meydana çıxır.

İlişkili genləri sərbəstləşməyən və cinsi hüceyrələri qapalı sistemdə formalaşan bitkilərdə də meyozi prosesi ilişkili genləri sərbəstləşən bitkilərdə olduğu kimi gedir. Lakin meyozi prosesinin paxitena, leptotena, ziqotena mərhələlərində buket formasını alan xromosom iplərinin zonaları bir-birinə toxuna bilər, lakin bu prosesə nəzarət edən genlərin tədricən fəaliyyətsizliyi və onların təkamül prosesində itirilməsi, açılmış iplərin genlərdən kənar zonalarının aktivləşməsi baş vermir, yəni bu prosesdə iştirak edən fermentlar sintez olunmur. Hər iki qrupa daxil olan bitkilərdə meyozi prosesinin profazası oxşar gətirdiyi üçün buket formasının yaranma fazasında homoloqların bir-birinə söykənməsindən ələ təsəvvür yaranır ki, meyozi prosesində hər ikisində mübadilə baş verir. Bunun sübutu kimi, Mendelin təcrübələrindən aldığı nəticələri göstərmək olar (3:1;1:2:1). Aydın məsələdir ki, cinsi hüceyrələri açıq sistemdə formalaşan bitkilər çarpazlaşmada Mendelin qanunlarından fərqli nəticələr alınır. Tədqiqatçıların çoxu bu nəticənin alınmamasını çiçəyin daxilində kənar tozuqların düşməsi ilə əlaqələndirirlər. Nar bitkisinin çiçəyinin inkişaf mərhələsini öyrənərkən bu fikrin yanlış olduğu müəyyən edilmişdir. Nar çiçəyinin formalaşmasının son mərhələsində tozuqların və yumurtacığın yetişməsi üst-üstə düşür. Çiçək açıldıqda ilk növbədə onun öz tozuqları ilə yumurtacığı mayalandırması mümkün olur. Lakin gen axını, cücülər vasitəsi ilə boruya kənar tozuqlar da düşə bilər. Bu isə ümumi ağacdakı meyvələrin toxumlarının ümumi miqdarının 10 mindən birini təşkil etmir. Deməli, yabanı narın toxumunun təbii bitdiyi arealda hər min toxumdan birinin hibrid bitki olduğu meydana çıxır. Lakin yabanı və mədəni narın toxumlarını süni yol ilə cücərtidə alınan 100 cücərtidən yalnız üçü valideyin bitkinin bəzi morfoloji əlamətlərinə uyğun gəlir. Qalan bitkilərin yerüstü orqanları əlamətlərinə görə bir-birindən fərqlənirlər. Təcrübənin nəticəsi onu göstərir ki, bitdiyi arealda toxumla artan və cinsi orqanları açıq sistemdə inkişaf edən bitkilərin meyozunda 97% krossinqover nəticəsində yaranan heterogen cinsi hüceyrələrin birləşməsindən, əlamətlərinə görə müxtəlif qrupları əmələ gətirir. Lakin hibrid toxumların az hissəsi cücərir, onları krossinqover mexanizmi ilə yaranan polimorf qruplardan ayırmaq çox çətin olur.

Sadəcə, bu hibridlər ilişkili genlərin sərbəst mexanizmi ilə hetrogen toxumlardan yaranan bitkilərin florasını daha da zənginləşdirir. Bəzi mənbələrdə meyozun interfazasında da krossinqoverin yarandığı qeyd edilir. Lakin uzun illər interfaza mərhələsində olan xromosomlarda, profazadakı xromosomlar kimi ipləriarası nə bir kəsişmə, nə də qırılma müşahidə edilməmişdir. Bu hər iki qrupdakı bitkilərə aiddir. İnterfazanın detallarını 90° tədqiq edərkən tez-tez xromosom homoloqlarının bir-birinə yaxın və paralel durumlarını müşahidə etmək mümkün olur.

Paxlalar fəsiləsinə daxil olan albiziadirəz, julbrissim (Lənkəran akasiyası) bitkisinin meyozi prosesində qadın və kişi

cinsi hüceyrələri ətraf mühitdən izola edilmiş qapalı sistemdə formalaşır. Bununla yanaşı bu hüceyrələrin birləşməsindən toxumun əmələ gətirməsi də qapalı sistemdə baş verir (8-12 toxum). Onun toxumlarını istixanada yetişlərdə xüsusi hazırlanmış torpaqda əkdikdən bir müddət sonra, valideyin bitkinin bütün əlamətlərinin daşıyıcısı olan cücərtilər inkişaf etməyə başlayır. Bu bitkinin ağac forması Kiçik Qafqazın, Talış meşələrində çox geniş yayılmışdır. Bu sıranın digər formaları Avstraliyada, Gürcüstanın Qara dəniz ətrafındakı (A.dealbato) meşəliklərdə tez-tez təsadüf edilir. Lənkəran akasiyası (Julibrissindaraz) İnstitutun sahəsində olduğu üçün onun toxumlarını nəmli torpaqda əkdikdə 100 cücərtinin hamısı valideyin bitkinin morfoloji əlamətlərinin bütün nəsillərdə daşıyıcısı olurlar və bir dənə də olsun valideyin bitkinin əlamətlərindən fərqli olan formalara təsadüf edilməmişdir.

Tədqiqatçılar cinsi orqanları qapalı sistemdə formalaşan bitkinin kənar tozcuqların mayalanmada iştirak etməməsi ilə əlaqələndirirlər. Lakin, Lənkəran akasiyasının toxumlarının cücərməsi zamanı alınan bitkilərə hətta kənar tozcuqlar onun çiçəyini mayalandırsa belə, toxumların inkişafından əmələ gələn fərqli əlamətləri olan çiçəklərin miqdarı çox kiçik faiz təşkil etmiş olur. Lakin yuxarıda qeyd edilənlər kənar tozcuqların mayalanmada iştirakının mümkünliyünün nəzəri göstəricisidir və təbiətdə alınan nəticələrdən çox uzaqdır. Qapalı sistemdə qadın və kişi cinsi hüceyrələrindən formalaşan bitki qrupunun toxumlarının təbii cücərməsindən (həm də süni yol ilə cücərtməklə bu mexanizmin işlənməsini yoxlamaq olar) hər nəsilə valideyin bitkinin bütün əlamətlərini təkrarlayaraq sonrakı nəsillərə bu əlamətləri konstant ötürürsə onda, əminliklə demək olar ki, onlar ilişkili genləri sərbəstləşməyən bitki qrupuna daxildirlər və aralarında bir və yaxud bir neçə əlamətlərinə görə çarpazlaşmada birinci və ikinci nəsillərdə fenotipinə və genotipinə görə (3:1; 1:2:1) alınan nəticələr Mendelin apardığı təcrübələrin nəticələri ilə üst-üstə düşür. Bu zaman bitkilərdə nəsillərdə valideyin bitkinin morfoloji əlamətlərini konstant təkrarlanmasına görə əminliklə belə demək olar ki, meyozun profaza mərhələlərində xromosom və xromotid ipləri səviyyəsində hetrogen cinsi hüceyrələr yaranır.

Genetik cəhətcə valideyinin formalaşdırdığı cinsi hüceyrələrdən fərqlənməyən tozcuqların yumurtacıq hüceyrəsinin mayalandırılmasından inkişaf edən rüşeym, genetik cəhətcə somatik hüceyrələrin mitoz bölünməsi ilə formalaşan orqanlarına hüceyrələrinin gen xəritəsindən genetik cəhətcə fərqlənir.

İlişkili genləri sərbəst paylanma qrupuna daxil olan bitkilərin meyozunun profaza mərhələlərində genlərin xromosom və xromotid səviyyəsində sərbəst paylanması mexanizminin işləməsindən yaranan genetik cəhətcə heterogen cinsi hüceyrələrin birləşməsindən inkişaf edən toxumun inkişafından valideyinin gen xəritəsindən fərqli əlamətləri olan populyasiyalar və polimorf qruplar əmələ gəlir. Onların arasında müxtəlif əlamətlərə görə aparılan çarpazlaşmadan (təbii, süni) birinci və ikinci nəsillə də Mendelin qanunlarına tabe olmayan nəticələr alınır. Biz, yuxarıda hər iki böyük qrupun təkamüldə formalaşmış mexanizmini verərkən müxtəlifliyin əmələ gəlməsində dəgər mexanizmlərin də bu prosesdə iştirakını istisna etmirik. Xiazmdan sonra valideyinin əlamətlərindən fərqli yeni əlamətləri olan bitkilərin gen informasiyalarını sonrakı nəsillərə ötürməsi mexanizmini verməmişdən öncə kodun yaranmasına və bu problemin qısa izahına ehtiyac duyulur.

Bizə də məlumdur ki, qrupdakı əsaslar bir amin turşusunun zülalın sintezinə qoşulmuş kodondan və yaxud kodlaşdırılmış sözədən ibarət olur. Kodonda əsasların miqdarı, kodunun uzunluğunu əks etdirir. Kodonlar öz funksiyasına görə mənalı və mənasız qruplara ayrılır. Mənalı kodonlar amin turşularının zülal qoşulmasında məna daşıyır, mənasız kodonlar isə amin turşularının zülal zəncirinə qoşulmasında iştirak etmir. Əgər, bir mənalı kodon, digər mənalı kodonu mutasiya edərsə və digər amin turşusunuda zəncirə qoşursa, onda o mənasını dəyişmiş kodon olur və bu isə mənasını dəyişmiş kodonun yeni tipli amin turşularını zülal zəncirinə qoşmasıdır. Təkamüldə formalaşan kodona reaksiyalarda imkan yaranır ki, o, hər hansı amin turşusunun zülal zəncirinə qoşulmasında seçim etsin. Bu lüğətdə mənasız kodonların, həm də ixtiyari kodonların daxilində əsas funksiyası kodlaşmanın başlanmasını və qurtarmasını nizamlanmasına nəzarət etdirməsidir. İki kodon eyni amin turşusunu kodlaşdırırsa, onda onlar sinonimik olurlar. Əsasın dəyişməsi, zülalın sintezi prosesində amin turşusunun da zülal zəncirinə qoşulması zamanı dəyişməsinə gətirib çıxarır. Əgər, bir və yaxud bir neçə əsasın kodunu, digər kodonun tərkibinə girsə, onda bu kod arakəsmə funksiyasına çevrilir.

Matriksdəki əsasların sayının amin turşularını kodlaşdırən peptidlərdəki sayına nisbəti kod nisbətidir və kod nisbətləri, kodonun uzunluğu ilə üst-üstə düşür.

Məsələn, B-B-B - B-B-B - B-B-B ...

Burada kod nisbətlərinin və kodonun uzunluğu üçə bərabər olur.

Əgər kod tam bir-birini tamamlayırsa, onda kodonun ardıcılığını

(B-B-B - B-B-B - B-B-B-B-B ...B)

tam uzunluğu birincidə olduğu kimi üçə, kod nisbəti isə vahidə bərabər olur.

Kod bütün orqanizmlərdə universaldır. Əgər, kodon peptid zəncirinə qoşulan amin turşuları ilə üst-üstə düşürsə, triplet kodun aşağıda göstərilən şəkildəki tərkibi və düzülmü olur.

Kodonlar mənalı ilə mənasız qrupa ayrılırlar. Mənalı kodonlar bir-birinin arxasında dururlarsa, onda onların ötürülmədən yaranan tripletlər mənasız kodonların sırasına düşür. Məsələn, A A A tripleti həmişə mənasız kodona çevrilir, əgər bu tripletlər sonsuza qədər yan-yanı düzülərlərsə, onda onların (A A A)-A A A və yaxud A-(AAA)-AA və AA-(A A A)-A kimi düzülməsi mənasız kodonu olur. Bunu həm də B B B, C C C və D D D tripletinə də aid etmək olar. Qalan 60 tripletdən 20 dəst o zaman düzəltmək mümkün olur ki, onlar siklik yerdəyişmə düzülməsinə malik olsunlar (A B C, B C A və yaxud C A B). Onlardan yalnız bir tripletin hər bir dəstdə mənası olur. Əgər, B C A tripletini seçərək yan-yanı ikisini düzsək, onda BCA BCA ardıcılığı alınır. Qalan CAB və ABC ardıcılığı isə mənasız kodonlar olur. Göstərilənlərə əsasən mənalı kodonların (tripletlərin) miqdarı 20 bərabər olur. Həqiqətən də, 20 mənalı tripleti elə seçmək olar ki, onların ardıcılığında olan iki qapalı qarışıq triplet mənasız kombinasiyanı verə bilsin.

Məsələn, A AA A A
AB CB BDB
B BC C C
A-B A D

B

(ABA-nı və ABB-nı əks etdirir).

Lakin bu cür spekulativ izahlar tripletlərin, mənalı və mənasız kodonların canlı hüceyrədə fəaliyyət mexanizmini tam əks etdirmir. Məhz, buna görə də aşağıda qeyd edəcəyimiz postulatlar bizim üçün daha çox əhəmiyyət kəsb edir.

1.Yalnız DNT ipinin fraqmentinin geni olan spesifik zonası zülalları kodlaşdırır.

2.DNT-RNT transliyası dəyişkəndir.

3.Kod təkamüldə təbii doğulmadan yaranan informasiya sistemidir.

4.Kod bütün canlılar üçün vahid universal sistem deyildir.

5.Nuklein turşusunun kodu dördədən az hərfdən ibarətdir.

6.Zülalın amin turşusundan ibarət tərkibi dəyişkəndir.

Kod hüceyrədən kənar sistemdə yaxud intakt orqanizmlərdə öyrənilir. Kodun öyrənilməsində qeyd olunan iki istiqamət bir-birini tamamlayır. Bununla yanaşı hüceyrədən kənar sistemdə kodonların strukturu haqqında informasiya almaq mümkün olur. Lakin invivoda təcrübələr zamanı hüceyrədən kənar kodonların öyrənilməsindən alınan nəticələrin hüceyrədaxili proseslərlə üst-üstə düşməsi sual altında qalır?

Canlı orqanizmləri invivo sistemində xüsusi metodlarla genlərin analizini və zülalların strukturunda mutasiyanın təsirindən yaranan dəyişənliklərini paralel öyrənməklə, kodlaşma mexanizminin düzgün təhlilinə imkan yaranır. Burada əsasən dörd aşağıda qoyacağımız məsələnin araşdırılması kodun təbiətinin öyrənilməsində önəm daşıyır.

1.Kod kollinear ola bilərmi?

2.Kod hissəli ötürüldürmü?

3.Kod nisbətləri neçəyə bərabərdir və kodonlar arasına əlavə nişanələrin olması mümkündürmü?

4.Kod təkamüldə yaranan sistemdirmi?

Ən mühüm isə hansı kodonlardan birinin sıradakı turşunu tanımasına uyğun gəlməsidir.

Kod o vaxt kollinear olur ki, nuklein turşusundakı kodonlar xətt sırası ilə düzülmüş zülaldakı amin turşusunun qalına uyğun gəlsin. Bəzi canlı orqanizmlərdə bu problemin araşdırılması zamanı faktlarla sübut olunmuşdur ki, kod kollineardır. Yuxarıda qeyd olundu ki, kodun tam örtülməməsinin təsdiqi, dekodlaşmanın öyrənilməsinin ən mühüm nəliyyətidir. Hissəli kod, o zaman meydana çıxır ki, eyni əsaslar iki müxtəlif kodonda olsunlar. Əgər, nəzərə alsaq ki, amin turşularının qalıqlarının nuklein turşusunun əsaslarına nisbəti vahidə bərabərdir, onda amin turşularının aşağıda göstərilən sıra düzülməsi olur.

$a_1-a_2-a_3-a_4-a_5 \dots a_n$

$N_1-N_2-N_3-N_4-N_5 \dots N_n$

Bu zaman kod sözsüz, hissəli örtüklü olur, ona görə ki, kodon üç əsasdan az ola bilməz. Yuxarıda qeyd olunan misalda a_2 - amin turşusu N_1, N_2, N_3 , əsaslarına görə təyin oluna bilər, a_3 isə N_2, N_3, N_4 əsasları ilə müəyyənləşir. Bəzi mənbələrə görə, örtən kodon üç nukleotidən ibarət olub, lokusun üç müxtəlif sahəsində fəaliyyət göstərir. İkinci mühüm fakt isə mutasiya zamanı yalnız bir amin turşusu digəri ilə əvəz olunur. Kod nisbəti RNT-dəki əsasların sayının peptidəki amin turşularının sayına uyğun gəlməsidir. Lakin kodonların hissəli örtükləməsi zamanı göstərilən bu ədədlər bir-birinə uyğun gəlmir. Məsələn, tam örtüklü kodda iki ölçü vahidi bir-birinə bərabər olur və kodonun uzunluğunun ölçüsü isə üçə bərabərdir.

Yox əgər kod hissəli örtüklüdürsə onda onun ədədi nisbəti kodonun sırada uzunluğuna bərabər olur. Kod dairəvi tədqiqatların yuxarıda göstərilən çox qısa interpretasiyasına əsasən kodonun xassəsinə dair aşağıdakı nəticələrə gəlmək olur.

1.Üç əsasdan ibarət olan triplet yalnız bir amin turşusunu kodlaşdırır.

2.Kod tam olmayan hissəli örtüklüdür.

3.Əsas ardıcılığının hesablanması müəyyən fiksə edilmiş nöqtədən başlayır. Əgər başlanğıc nöqtədən bir əsas yerini dəyişirsə, onda triplet sırasındakı əsasların düzülməsi də dəyişir.

4.Kod təkamüldə yaranmış informasiyalı sistemdir və hər bir amin turşusu ixtiyari bir neçə tripletlərlə kodlaşdırıla bilər. Əgər, göstərilən tezisləri faktı olduğunu nəzərə alsaq, onda bu cür ardıcılığın DNT-dəki əsaslarla nizamlanmış müşahidə edilir.

Məsələn, CAT/CAT/CAT/polipeptiddəki bir tipli amin turşusunu peptidə sıralanmasına nəzarət edir. Əgər, biz bu sıradan C-i çıxarsaq, onda sıranın amin turşusunun qalıqından ibarət zəncirdə yeni sıra əmələ gəlir.

CAT/ATC/ATC/ATC

Burada yalnız bir nukleotidin düşməsi, növbəti kodonların sırada düzülməsini dəyişdirir.

Əgər, CAT əsasının ardıcılığına bir nukleotid əlavə etsək (Q), onda CAT/ATC/ATC/QAT/CAT/CAT ardıcılığı yaranır. Bu sıraya bir nukleotidin əlavə olunması və yeni yerdəyişmə nəticədə nukleotid ardıcılığındakı əvvəlki sıra düzülməsi bərpa olunur (CAT).

m-RNT üzərində aparılmış tədqiqatların nəticəsi onu göstərir ki, DNT-RNT transkripsiyası, komplementar sistemin qanunlarına hüceyrə daxilində tabe olur. DNT-nin tərkibindəki sırada əsasların dəyişməsi o vaxt yaranır ki, transkripsiyanın qaydaları dəyişmiş olsun. Bununla yanaşı müxtəlif orqanizmlərin zülal zəncirinə qoşulması zamanı yerdəyişmələrin oxşarlığı kodun universalliyinin əyani göstəricisidir. Burada bu mexanizmin izahına daha iki imkan yaranır. Onlardan birincisi DNT-nin çox hissəsinin kodlaşması və fraksiyasında müxtəlif orqanizmlərdəki əsas ardıcılığından müxtəlifliyin yaranmasıdır. Bu da onu göstərir ki, bir növün hədd çərçivəsində DNT-nin molekulyar səviyyədə tərkibi bir cinsli olur. Lakin bir sıra hallarda DNT-də statletlərə də təsadüf edilir (mitoxondri, xloroplastlarda). Buna görə də hüceyrədə genetik funksiyası olmayan DNT-nin çox olması, onun variabilliyinin öyrənilməsində bir sıra çətinliklər yaradır. Burada genetik funksiyası olmayan DNT-nin hüceyrədə olmasının səbəbləri anlaşılmaz qalır. Lakin hüceyrənin ixtiyari orqonoidlərindəki DNT-nin genetik funksiyasının olmaması kimi tezislərin verilməsi təccüb doğurur, ona görə ki, hüceyrə təşkilatlanmış canlı vahid kimi, düşünülmüş informasiyalı sintez-sisteminə malikdir və onun daxilində lazım olmayan orqonoidlərdə heç nə sintez olunmur, o, cümlədən orqonoidlərdə yerləşən DNT-də daxil olmaqla. Yekun olaraq belə nəticəyə gəlmək olar ki, kod kollineardır və kodonun üç əsasdan ibarət olması kodlar arasında heç bir maneçilik (razılama) yaratmır.

Aydın məsələdir ki, tək nukleotidli yerdəyişmə, zülalın sinezində sıranın pozulmasına gətirib çıxarır. Lakin təkrar irəliləmə birinci irəliləmələrin fonotipik görüntülərinin təkrarlanmasının qarşısını alır. Bu cür mexanizm məsafənin nöqtələr arasının qısalmasına gətirib çıxarır. Bu məsafə nə qədər qısa olarsa, polipeptid zəncirlərdəki yerdəyişmə zülalın düzülməsinə və onun funksiyasına mənfi təsiri olmur.

Bəs bir neçə sırada eyni işarənin irəlləməsi sintez prosesində hansı nəticələrə gətirib çıxarır?

Birinci irəliləmə qalan ardıcılıqdakı nukleotidlərin yerdəyişməsinə səbəb olur. İkincinin əlavə olunması isə bu qarışıq düzəldə bilmir. Məhz üçüncü irəliləmənin geriye və irəliyə olmasından asılı olmayaraq tam kodon sıradan çıxarılır. Bunun nəticəsində sıranın ilk ardıcılığı bu mexanizmlə bərpa olunur. Müxtəlif orqanizmlərdə nukleotid ardıcılığında Q+C tərkibinin kifayət qədər dəyişkənliyi (DNT-də) kod şifrəsinin açılmasına maneçilik törədirdi. Sonralar müəyyən edildi ki, zülalların orta tərkibinin müxtəlif orqanizmlərdə variabilliyi nisbətən azdır. Buna görə də DNT-nin müxtəlif cəm tərkibi kodlaşaraq oxşar zülalları kodlaşdırma bilir.

Nuklein turşularının şifrəsi iki hərfdən ibarət olduğu üçün sonralar kodun tripletliyi tamalıqla müəyyən edilir. İyirmi amin turşusunun iki şifrə ilə kodlaşdırılması o vaxt mümkün olardı ki, DNT sırasında əsasların sayı beşə bərabər olsun.

Sıra ardıcılığında şifrlərin hesablanması əsasların sayılmasının ilk nöqtəsindən başlanılır (triplet şəklində əsasların təkrarlanması), DNT-nin və m-RNT-nin kodlaşdırılmış informasiyaları eyni olur.

Nüvə, zülalların sintezində hüceyrədə əsas yer ola bilməz və nuklein turşusunun ardıcılığında saxlanılan informasiyalar sitoplazmadakı orqonoidlərə ötürülməlidir ki, onlar fəaliyyətlərini davam etdirlsinlər. Biz bu problemə səthi baxış apardıqda müəyyən etdik ki, informasiyanı DNT-dən sitoplazmaya bir başa ötürülməsi inandırıcı görünür. Həqiqətdə isə faktlara əsasən DNT əsaslarının ardıcılığı ilə, zülaldakı amin turşusunun ardıcılığı üst-üstə düşür. Çox araşdırmalardan sonra məlum olmuşdur ki, nüvədə yerləşən DNT, m-RNT-nin strukturunu sonra isə bu strukturu nüvədən çıxır və sitoplazmada zülalın sintez prosesində onun strukturunu müəyyənləşdirir. Müxtəlif metodlara əsasən müəyyən edilmişdir ki, hüceyrə RNT-sinin çox hissəsi nüvə mənşəlidirlər. Lakin RNT-nin sitoplazmada replikasiyasının mümkünlüyü sonralar sübuta yetirildi. Onda sual meydana çıxır: əgər, RNT sitoplazmada replikasiya olunursa, onda onların funksiyası sitoplazmada nədən ibarətdir? Lakin sonralar daha müasir metodlarla müəyyən edildi ki, sitoplazmada replikasiya olunan RNT-nin miqdarı, ümumi hüceyrədə istehsal olunan RNT-nin çox kiçik hissəsini təşkil edir. Sonrakı təcrübələrin nəticələri göstərdi ki, hüceyrə RNT-sinin sintezi nüvədə baş verir.

Tədqiqatçıları bir mühüm sual düşündürdü: necə olur ki, RNT strukturu genetik informasiyaları zülalə ötürə bilər? Ən mühümü isə bu strukturun müxtəlifliyi məhdudiyyətlidir. Bioloji növlərin RNT tərkibi bizə belə gəlirdi ki, zülalın tərkibi kimi variabli ola bilməz? Belə düşünməyin əsas səbəbi zülallardakı amin turşularının ardıcılıqlarında oxşarlıqların olmasıdır. Digər tərəfdən əgər, RNT əsaslarının ardıcılığı DNT-də kodlaşdırılırsa, onda RNT-nin də variabilliyi DNT-nin tərkibindəki kimi olmalıdır? Göstərilən mülahizələrdən alınan sonrakı tədqiqat işlərinin nəticəsi onu göstərir ki, hüceyrə RNT-sinin cəmi müxtəlif cinsli maddələrdən ibarətdir. Sonralar məlum olduğu RNT ən azı funksiyasına görə bir-birinə bənzəməyən üç tipi mövcuddur. Burada m-RNT (DNT-nin bir ipinin kopyası) xüsusi funksiyaya malik olub, DNT-dən nəql olunan informasiyalara əsasən amin turşularını zülal ardıcılığına qoşa bilər. Hüceyrə daxilində üç tip RNT arasında miqdarına görə ən çox ribosom RNT-sidir (R-RNT).

Bu maddə informasiya ilə yüklənmədiyi üçün amin turşularını zülal ardıcılığına qoşa bilmir və digər tərəfdən isə onun tərkibi bütün orqanizmlərdə dəyişməz və sabit qalır. R-RNT ilə DNT arasında korrelyasiyanın olmamasının əsas səbəbi, bu fraksiyanın (R-RNT) ümumi onun miqdarına təsir etməsi ilə RNT-nin a-tipik seqmentinin müəyyənləşdirilməsində marker rolun oynamasıdır. Ribosomlardakı kiçik subhüceyrələrdə cisimciyin tərkibi, RNT və zülaldan ibarətdir. (60:40) və ümumi RNT-nin 80% burada yerləşir. Seqmentləşmə sürətinə görə, RNT zülal tandemində 70 s və 80 s hissəciyi kimi də götürülür.

Maqni ionların konsentrasiyasının azalması zamanı hər bir ribosom cisimciyindəki hissəcik subvahidə dissosiasiya olunur. Hissəcikdən ayrılan RNT-nin tərkibi müxtəlifdir. Buradan da yekun olaraq belə nəticəyə gəlmək olar ki, ribosom RNT-si tərkibinə görə bircinsli olmur. Ribosom RNT-sinin zülalı kodlaşdırılmamasını aşağıda qeyd olunan nəticələrə görə müəyyən etmək olar.

1.R-RNT tərkibi ilə sintez olunan zülal arasında korrelyasiya müşahidə olunmur: müxtəlif toxumalarda zülalın tərkibi müxtəlifdir, lakin RNT-nin toxumalarda tərkibində ümumi fərq müəyyən edilmir. Toxumaların sintez etdiyi zülalların tərkibləri arasında fərqlərin olmasını bəzi orqanizmlərdə müşahidə etmək mümkün olur (vəzlərdə ayrılan ipə bənzər maddə). İpəyin fibronları ümumi götürdükdə alanın ilə alışıq qarışıqından ibarət olur. R-RNT matriks funksiyası, hibridləşmə ilə iki nuklein turşusu (ardıcılığı arasında eyniliyin) arasında aparılan təcrübə işlərinin nəticələrinə əsaslanır. Bu metodla məhlulda DNT-nin kifayət qədər yüksək temperaturda "əriməyə" başlamasıdır: zəncirin hidrogen rabitəsi qırıqlaraq onları (iki ip) bir-birindən ayırır və açılmış ipləri soyutduqda DNT-nin iki spiral zəncirli forması tədricən bərpa olunur (reagreqasiya DNT). Lakin bu nəticənin alınması üçün iki ipin mütləq bir-birinə komplementar olması vacibdir və bu belə olmazsa onlar bir-birinə qarışaraq məlum olmayan strukturu yaradırlar.

DNT zəncirindən biri RNT ilə birləşərək DNT zəncirinə bənzər iki spirallı zəncir yarada bilər (əgər RNT-nin nukleotid ardıcılığı, DNT zəncirinin bir ipinə komplementardırsa). Məhz bu metodla alınan hibrid zəncirin (DNT +RNT) ribonukleazaya davamlılığı təyin edilir. Hibrid struktur o zaman yaranır ki, hibridləşmədə iştirak edən illərin hər ikisi (DNT və RNT) komplementar olsunlar. Məhz bundan sonra R-RNT-nin nukleotid ardıcılığında neçə geni kodlaşdırıldığını qiymətləndirmək olur. Bəzi, bir hüceyrələrdə DNT-nin 4.10^6 nukleotid cütlüyü olur (40.00 kb). Onlardan yalnız 0.14% iki spirallı bir DNT-nin ipinə komplementar olur (165-pRN nukleotid ardıcılığında ipin uzunluğu 1.5 kb). Bir genomda $(0.0014 \cdot 4.10^2)$ 1.5 kb və ya da dörd gen 16 s-RNT-ni kodlaşdırır. Oxşar hesablamalardan eyni nəticə alınır, yəni $0.0018 \cdot 4.10^2/3$ və yaxud iki gen 23 s-p RNT-ni kodlaşdırır. Biz yuxarıda qeyd etmişdik ki, R-RNT bütün hüceyrədə sintez olunan RNT-lərin 50%-dən çoxunu təşkil edir. Buradan da belə nəticəyə gəlmək olar ki, sayı çox olmayan R-RNT-lər təqribən $1 \cdot (0.0014 + 0.0018) \approx 300$ dəfə transkripsiya matriksi kimi aktivdirlər, nəinki genomun qalan hissəsinin RNT-si (m-RNT) yaranmasına cavabdeh olanlardan).

DNT-nin replikasiyası mexanizminin öyrənilməsi anından DNT-polemeraza fermentinin hüceyrədə funksiyası hərtərəfli öyrənilməyə başlanmışdır. Bu ferment bir sıra eukariotlarda və prokariotlarda xüsusən DNT-matriksi RNT-polimerazanın kataliz edərək ribonukleozidtrifosfatı poliribonukleotid zəncirinə aşağıda göstərilən sxemə çevirir. Bu

zaman ATR, GTR, STR və LİTR, RNT polimerləşmədə bir-birinə efir rabitəsi ilə çox yaxın olan 5 fosfat və 3-hidroksil qrupunu digər nukleozidfosfatla eyni anda yaranan fosfatlar ilə qeyri orqanik profosfat reaksiyadan azad olunur. Kimyəvi, bu cür hüceyrədə baş verən reaksiyalar, DNT-nin sintez reaksiyalarında çox da fərqlənmir.

DNTmatriksinin iştirakı zamanı RNT polimeraza ribonukleotidribosfata çevrilmə mərhələsində kataliz nəticəsində onu poliribonukleotid zəncirinə çevirir. Beləliklə, ATR, GTR, CTR və UTR efir rabitəsi olan 5' fosfat və digər 3 hidroksil qrupundakı nukleozidtrifosfatı, RNT-ni polimerləşdirir və eyni anda iki fosfat qeyri orqanik şəkildə yeni profosfat şəkildə reaksiyadan ayrılır.

Biz yuxarıda bir sıra tədqiqatçıların invitroda informasiyaların ötürülməsinin bəzi detallarını göstərdik. Viruslarda, bakteriyalarda informasiyaların ötürülməsinə dair alınan rəticələr və xromosomu təşkilatlanmış hüceyrəsi olan orqanizmlərdə də eyni mexanizm ilə yarandığı tezisini irəli sürmək sonda yanlışlığa gətirib çıxarmış olardı.

Tədqiq olunan obyektlərin (viruslar) çoxunun sitoplazmada səpələnən genləri təşkilatlanmamaqla yanaşı, onların DNT-si zülallarla qarışmamış saf maddədən ibarət olur. Sitoplazmada səpələnmiş işlək gen informasiyalarının niqdarı isə çox məhduddur. Bu kimi informasiyaların hüceyrənin sitoplazmasındakı orqonoidlərə ötürülməsindən sintez olunan sadə zülalların say tərkibi isə çox azdır, təqribən onlardır. Lakin nüvəsi və genləri xromosomda təşkilatlanmış hüceyrəsi olan orqanizmlər 100 minlərlə təkrarolunmayan zülalları sintez edir. İkinci tərəfdən nüvəsi təşkilatlanmış hüceyrəsi olan orqanizmlərin genləri nüvədə sintez olunan və histon zülallarının qarışığı ilə sıx əlaqədirlər və informasiyaların reallaşmasında onların da bizə məlum olmayan rolu vardır.

Hüceyrənin daxilindəki orqanoidlərdən tutmuş, addələrə qədər, bizə məlum olan və olmayan funksiyaları vardır. Əgər, histon zülalları ilə (özək) təşkilatlanmış xromosomun bu cür yaranmasının məlum olmayan birliyindən onlar informasiyalarını orqanoidlərdə reallaşdırma bilirsə, əməli onların bu prosesdə iştirakı danılmazdır. Biz bu cür əlaqənin olmasını mexanizmini bilmiriksə, bu o demək deyildir ki, belə bir mexanizm yoxdur? Virusların, bakteriyaların və digər sadəlilərin informasiya – sintez sistemi ilə, ali orqanizmləri formalaşdıran hüceyrələrin xromosomlarında xətti yerləşən informasiya – sintez sistemini eyniləşdirərək vahid nəticəyə gəlmək düzgün olmazdı: çünki, əgər sadəliləri yaradan hüceyrələrin gen – informasiyasının sintez sistemi, onun özünü yartmasına hesablanırsa, alilərin hüceyrələrindəki yüksək təşkilatmış histon – nuklein qarışıq motoru həm özünü yaradır, həm də yaratdıqlarından üç ölçülü fəzada qanunauyğun formaları əmələ gətirir. Ona görə də genlərin kombinasiyalı fəaliyyət sistemini üç pilləyə ayırmaq olar. Birinci pillədə purin – primidin tərkibli 60 maddədən formalaşan gen motor informasiya sisteminin aktivləşməsindən kodlaşdırılmış triplet şəkildə informasiyaların sitoplazmada bu ardıcılığa uyğun amin turşularının sintez olunan zülalda düzümünü reallaşdırmasıdır. Demək olar ki, bu pillədə həm sadəlilərdə, həm də alilərdə reaksiyaların gedişində oxşarlıqlar çoxdur. Lakin zülal və digər maddələrin sintezi və miqdarı min dəfələrlə sadəlilərin sintez etdiyi zülalların tərkibindən və miqdarından çoxdur. Məhz buna görə də göstərilən orqanizmlərin formalaşması pillələrindən yalnız birinci pillənin mexanizmi yəni DNT – m – RNT – zülal bir istiqamətli sintezi ətraflı tədqiq olunmuşdur. Bu pillənin

tədqiqində də müəyyən anlaşılmazlıqlar vardır. Bu da genin kimyəvi tərkibi ilə histonun tərkibdən üç ölçülü fəzada yaranan strukturudur. Alilərdə bu struktur mütləq şəkildə histon zülallarının qarışığı ilə bir yerdə olur. Genlərin triplet şəkildə fəaliyyəti bilavasitə sintez sistemində daxil deyildir. Lakin bu fəaliyyət purin – primidin əsaslarının zülalların sintezində iştirak edən kodlaşdırılmış triplet sistemində bənzəyir. Əgər purin – primidin kodlaşdırılmış triplet sintez sistemi – zülal ardıcılığına müəyyən edilmiş amin turşusunu qoşa bilirsə, triplet genlərin fəaliyyətindən bölünən hüceyrələrin üç ölçüsünü sinxron dəyişməsindən hüceyrənin bölünmə istiqaməti yaranır. Bu hüceyrələr yeni təkrar olunmayan toxumanın yaratmamışdan öncə əvvəlki formasından fərqli yeni formaya çevrildikdən sonra yeni formalı hüceyrənin mitoz bölünmələrindən yaranan toxumadakı hüceyrələrdə yeni forma təkrarlanır. Əgər, differensasiya zamanı üç ölçüsünü (formasını, ölçüsünü, bölünmə sayını) sinxron dəyişən hər bir triplet cütündəki genləri allel şəkildə yazsaq, onda bu prosesdə iki alleli 6 gen iştirak edir. Yəni 6 genin üç iki allel homoloqunun qəfilən sinxron aktivləşməsindən, üç ölçülü fəzada formasını, ölçüsünü və bölünmə sayını dəyişməsi və mitoz bölünmələrindən yaranan bir toxuma daxilindəki hüceyrələrin dəyişmiş əlamətlərinin təkrarlanmasıdır. Toxumayaradıcı üç ölçüsü sinxron dəyişmiş hüceyrənin sitoplazmasının karkası da (end.retikulum) fiziki struktur dəyişkənliklərinə məruz qalır və nəticədə toxumayaradıcı bu hüceyrənin daxilindəki orqanoidlərin yeni rekombinasiya olunmuş sistemi yaranır. Hər bir hüceyrə daxilində yeni yaranan və təkrar olunmayan orqanoidlərin rekombinasiyasından və genlərdən onlara ötürülən informasiyalardan onun bölünmə istiqaməti yaranır. Differensasiyaya uğramış toxumayaradıcı hüceyrənin mitoz bölünmədə istiqaməti onun sitoplazmasından yalnız bu istiqamətdə yerləşən orqanoidlərə genlərdən ötürülən informasiyaların reallaşmasına əsaslanır. Bu zaman hüceyrə sitoplazmasının qalan sahələrində yerləşən orqanoidlər passivliyini qoruyub saxlayır. Beləliklə, hüceyrələrin mitoz bölünmələrindən formanın yaranması bu proseslərə əsaslanır. Forma əmələgəlmə zamanı genlərdən informasiyaların sitoplazmadakı differensə olunmuş zonalarındakı orqanoidlərə ötürülməsi zamanı bu prosesi idarəedici gen sistemindən asılı olaraq istiqamət təkrarlana bilər. Biz müxtəlif mexanizmlərlə genlərin rekombinasiya olunmasından sonra yeni xəritənin fəaliyyətinin necə yarandığını yuxarıda qeyd etməmişik. Bunun da əsas səbəbi ədəbiyyatda bu sahədə aparılan tədqiqat işinin az olmasıdır. Hüceyrələrin mitoz bölünmə mexanizminə əsasən birtərəfdən sübut olunur ki, hüceyrə bölünmə zamanı bütün strukturları ilə birlikdə öz oxşarlarını yaradır, digər tərəfdən isə faktlarla sübut olunur ki, xromosom daxilində xətti düzümü olan ilişkili genlər rekombinasiya olunaraq yeni məzmununda fəaliyyət göstərirlər. Bəs mitoz və meyoza bölünmənin hansı fazasında ilişkili genlərin sərbəst paylanması yaranan yeni rekombinasiya olunmuş xəritə öz fəaliyyətini davam etdirir? Aydın məsələdir ki, mitozla bölünən hüceyrələrin krossenqover mexanizmi demək olar ki yoxdur. Çox nadir istisnalar zamanı buna bənzər mexanizm yaranır. (metafazada xromosomlardan tandemlərin yaranması). Lakin bu tipli hüceyrələrin çoxu ikinci mitoz bölünmədən sonra eliminasiyaya uğrayır. Meyoz bölünmə sistemi elə bir mexanizmdir ki, onun xromosomları açılaraq çəlgə çevrilmə mərhələsində iplər arası bütün səviyyələrdə krossenqover yarana bilər və rekombinasiya olunmuş genlərin ümumi xəritəyə qoşulması və yeni xəritənin yeni məzmununda

informasiyaları sitoplazmadakı orqanoidlərə ötürülməsindən yeni tipli konstant əlamətlərin nəsillərdə üzə çıxmasına gətirib çıxarır. Buradan belə nəticəyə gəlmək olar ki, meyoz prosesinin interfaza mərhələsinə qədər, replikasiya olunmuş xromosomlardakı genlərin informasiyaları valideyin gen xəritəsinin kopiyası kimi, replikasiya olunur. Lakin interfazadan meyozun profazasına keçid mərhələsindən başlayaraq (proleptotena - ziqotena profazanın son mərhələsinə qədər) iki çox mühüm mexanizm fəaliyyət göstərir. Birinci mexanizmin işə düşməsi nəticəsində xromosomlar, iplər və genlər arası mübadilə baş verir. İkinci mexanizm ilə genlərin rekombinasiya olunmuş sahəsi, ümumi gen xəritəsi qoşulur. Üçüncü fazada isə profazanın sonuncu mərhələsində yeni funksiyalı rekombinasiya olunmuş xəritə sonrakı mərhələlərdə yeni məzmununda informasiyalarını reallaşdırır. Lakin bizim subyektiv fikrimizə görə, meyozun profazasının ilk mərhələlərinin birində yaranan xromosomlararası mübadilədən sonra heç də o demək deyildir ki, rekombinasiya olunmuş genlər hüceyrədə aktivləşərək yeni proporsiyada zülalları sintez edirlər. Meyozun bütün fazalarını keçən müddətdə hüceyrənin xromosomunda xətti düzümü olan genlərin interfaza mərhələsində replikasiya zamanı, valideyin hüceyrənin xromosomundakı gen düzümünə uyğun informasiyaları m-RNT-lərə ötürürlər və bu hüceyrənin tam mayalanma və mayalandırma qabiliyyətli hüceyrələrə çevrilənə qədər onlar valideyinin ötürdüyü informasiyalarla yüklənmiş m-RNT-ləri reallaşdırır. Qısası, genetik cəhətcə rekombinasiya olunmuş hetrogen hüceyrə bir tərəfdən valideyin informasiyalarına əsasən sintez prosesini reallaşdırır, digər tərəfdən rekombinasiya olunmuş gen xəritəsinin sonrakı fəaliyyətinə şərait yaradır. Beləliklə, meyozun bütün mərhələlərini keçən mayalanma və mayalandırma qabiliyyətli hetrogen cinsli hüceyrə öz strukturlarını bir tərəfdən valideyin genlərinin informasiyalarına əsasən qurur, digər tərəfdən isə genetik cəhətcə rekombinasiya olunmuş gen xəritəsinin mayalanmadan sonrakı fəaliyyətinə şərait yaradır. Valideyn hüceyrənin sintez etdiyi struktur ilə nüvədəki rekombinasiya olunmuş genlərin birliyindən formalaşan kişi və qadın hetrogen iki hüceyrənin birləşməsindən yaranan ziqotun birinci mitoz bölünməsi prosesində nüvədəki rekombinasiya olunmuş gen xəritəsinin informasiyaları ilə yüksüz m-RNT-nin yüklənməsi nəticəsində sintez reallaşa bilər. İlişikli genləri sərbəstləşməyən qrupuna daxil olan bitkilərdə cinsi hüceyrələrin meyoz mexanizmi ilə əmələ gəlməsi ilə bağlı genləri sərbəst paylanan qrupuna daxil olan bitkilərdən prinsip etibarilə fərqlənir. Lakin bu qrupa daxil olan bitkilərdə meyoz mexanizmi ilə cinsi hüceyrələrin əmələ gəlməsinin profaza mərhələlərinin başlanğıcında (krossenqover) xromosomlar arası genlərin rekombinasiya sisteminin təkamüldə tədricən itirilməsi nəticəsində, profazada xiazm baş vermir və xromosomda ilişikli qalan genlər valideyin bütün əlamətlərini olduğu kimi dəyişmədən sonrakı nəsillərə ötürə bilirlər. Bu qrupa daxil olan bitkilər arasında

əlamətlərə görə növdaxili çarpazlaşmadan birinci və ikinci nəsillərdə Mendelin kəşf etdiyi qanunlara uyğun nəticələr alınır (3:1; 1:2:1). Beləliklə, uzun illərin tədqiqatı bunları deməyə əsas verir ki, bitkilər əlmi müxtəlif artım mexanizmləri ilə mühitdə qalmasını təmin edirlər. Onların arasında iki ən böyük qrup vasitəsilə polimorfları, populyasiyaları, növləri yaratmaqla areallarını genişləndirirlər və dəyişən mühitdə uzun müddətə qalmasını təmin edirlər.

Nəticələr

1. Yer kürəsində təbii artım verən bitkilər təkamül prosesində polimorfları populyasiyaları və növləri əmələ gətirməsinə görə iki ən böyük qrupa ayrılırlar. Birinci qrupa homogen cinsi hüceyrələri qapalı sistemdə inkişaf edən və mayalanaraq toxum verən o bitkilər daxildir ki, onlarda meyozun profaza mərhələsində xromosom, xromatid və gen səviyyəsində krossenqover baş verir. Bu bitkilər genetik cəhətcə homogen cinsi hüceyrələrin birləşməsindən formalaşan toxumların cücərməsindən alınan bitkilər ali olub, əlamətlərinə görə çarpazlaşmanın sonrakı nəsillərindəki nəticələri, Mendelin apardığı təcrübə işlərinin nəticələri ilə üst – üstə düşür.

2. İkinci qrupa hetrogen cinsi hüceyrələri açıq sistemdə inkişaf edən o bitkilər daxildir ki, onların meyozunun profaza mərhələlərində xromosom, xromatid və gen səviyyəsində krossenqover baş verir. Bu bitkilərin hetrogen cinsi hüceyrələrin birləşməsindən inkişaf edən toxumların cücərməsindən alınan bitkilər əlamətlərinə görə çarpazlaşmadan sonrakı nəsillərdə alınan nəticələri Mendelin təcrübələrində aldığı nəticələr ilə üst – üstə düşür.

3. Birinci qrupa daxil olan bitkilərin meyozun profaza mərhələlərində xromosomlar, xromatidlər və genlər arası mübadilələrin əmələ gəlməməsinin əsas səbəbi xiazmı idarə edən genlərə qapalı sistemdə ehtiyacın olmaması və onların təkamüldə tədricən itirilməsidir.

4. İkinci qrupa daxil olan bitkilərin meyozunun profaza mərhələlərinin birində krossenqoverin xarici təsirlər olmadan belə, bir mexanizm kimi yaranmasının əsas səbəbi, təkamül prosesində təkmilləşmiş krossenqoverin hüceyrədə yaranmasının genlərlə idarə olunmasıdır. Bu qrupa aid olan bitkilər təkamül prosesində profazada krossenqoveri idarə edən genlər daha da aktivləşmiş və xromosomlar, xromatidlər arası mübadilələrdə onlar daha fəal iştirak edirlər. Krossenqover profazada yaranan mürəkkəb mexanizm olub, xromosomlar xromatidlər arası mübadilələri genlər tərəfindən nəzarətdə olan və sitoplazmada sintez olunan ferment - zülal kompleksinin mübadilə reaksiyalarında iştirakından xromosom iplərinin genlərdən kənar sahələrinin qırılmalarını və birləşmələrini təmin edirlər.

5. Təkamüldə bu mexanizmin işləməsində meyozda yaranan hetrogen cinsi hüceyrələrin birləşməsindən inkişaf edən toxumlardan populyasiyalar, polimorflar və növlər həndəsi silsilə ilə artaraq areallarda uzun müddətə qalmasını təmin edirlər.

ƏDƏBİYYAT

1. W. Betson, R. Pinnett. Experimental studies in the physiology of herediti (1906) p.40-60.
2. Bridges C.B., Anderson E. G. 1925. Crossinqover in the X – xromosomes of triploid females of *Drosophila melanogaster* – Genetics, 10, 418.
3. Morqan T.H., Sturtevant A. H. 1944, Constitution of the germinal material relation to heredity cornegie Inst. Wash. Yearbook. 43.164.
4. Janssens F.A. 1909. Spermatogenesis dans les Abratisiens V., La theorie de la chiasmotypie, nouvelle interpretation des cineses de maturation, - Cennule 25, 387-411.
5. Linderqren C.C. 1933. The genetics of *Neurospora crassa*. Purebred stock and crossinqover in *Neurospora crassa*. Torrey Bot club, 60. 133-154.
6. Bellinqi. 1928. A working hipotesis for sequential interchance between homologous xromosomes in flowering plants univ. Calif. Publs. Bot. 14, 283-291.
7. Darlington C.D. 1937

2-nd ed advances in sitology. London chrur-chili. 8.Stern C.1936. Somatic crossingover and sequeqation in Drozofila melanoqaster Cenetiks, 21. 625-630.

Исследования механизма передачи следующим поколениям информации на этапе создания новых популяций, полиморфов и видов растений со сцепленными и независимыми генами в хромосомах при мейозе

Г.М.Мамедов

Приводятся результаты сравнительного исследования с использованием цитологического, онтогенетического, генетического анализов и методов дескриптора механизмов генов, подчиняющихся и неподчиняющихся законам Менделя при скрещивании у диких растений, а также всесторонне излагаются пути возникновения видов, популяций и полиморфов в процессе эволюции при естественных условиях окружающей среды.

Ключевые слова: хромосома, хроматид, хромомер, ген, аллель, митоз, профаз мейоза, сцепленный, ДНК, РНК, белок, хиазма, кроссинговер

Investigation of the transmission mechanism of information to the next generation on the stage of new populations, polymorphs and plant species creation with the linked and independent genes in the chromosomes during meiosis

Q.M.Memmedov

The results of comparative studies using cytological, cytogenetic, genistic analysis and methods of gene transmission mechanisms, obeying and disobeying the laws of Mendel during the crossing wild plants belonging to different species, as well as the ways of population, polymorph and species origin during the their evolution in natural environment conditions are discussed in this research paper.

Key words: chromosome, chromatids, chromomer, gene, allele, mitosis, prophase of meiosis, linked genes, DNA, RNA, protein, chiasm, crossing over

